



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA – PB**

**GRADIENTE DE MUDANÇAS FISIOLÓGICAS E DE QUALIDADE DURANTE A
MATURAÇÃO DE ABACAXI ‘PÉROLA’**

EDUARDO FELIPE DA SILVA SANTOS

**AREIA-PB
FEVEREIRO DE 2018**

EDUARDO FELIPE DA SILVA SANTOS

**GRADIENTE DE MUDANÇAS FISIOLÓGICAS E DE QUALIDADE DURANTE A
MATURAÇÃO DE ABACAXI ‘PÉROLA’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Graduação em
Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias,
da Universidade Federal da Paraíba em
cumprimento as exigências para a obtenção do
título de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientadora: Prof^ª. Dra. SILVANDA DE MELO SILVA

**AREIA-PB
FEVEREIRO DE 2018**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S237g Santos, Eduardo Felipe da Silva.
Gradiente de mudanças fisiológicas e de qualidade durante a maturação de
abacaxi 'pérola' / Eduardo Felipe da Silva Santos. - Areia: UFPB/CCA, 2018.
56 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

Bibliografia.
Orientadora: Silvanda de Melo Silva.

1. Abacaxi 'pérola' – Maturação 2. *Ananas comosus* L. – Aspectos fisiológicos 3.
Abacaxizeiro – Infrutescência I. Silva, Silvanda de Melo (Orientadora) II. Título.

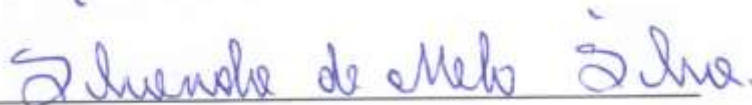
UFPB/CCA CDU: 634.774

EDUARDO FELIPE DA SILVA SANTOS

**GRADIENTE DE MUDANÇAS FISIOLÓGICAS E DE QUALIDADE
DURANTE A MATURAÇÃO DE ABACAXI 'PÉROLA'**

APROVADO EM: 08/02/2018

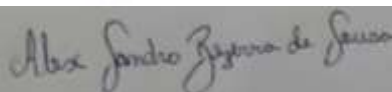
BANCA EXAMINADORA



Profª. PhD. Dra. Silvanda de Melo Silva

Orientador

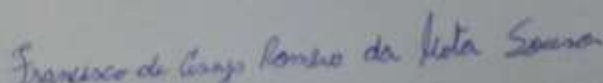
DQF/CCA-UFPB



Eng. Agrônomo Alex Sandro Bezerra de Souza

Examinador

PPGA/CCA-UFPB



MSc. Francisco de Assys R. da Mota Sousa

Examinador

PPGA/CCA-UFPB



Prof. Dr. Renato Lima Dantas

Examinador

FACENE/ PB

AREIA-PB

FEVEREIRO DE 2018

*Aos meus pais, **Antônio José dos Santos e Maria Vera Lucia da Silva**, pelo amor incondicional e por serem os pilares que mantiveram firme minha caminhada em busca desse sonho.*

*Aos meus irmãos, **Leonardo da Silva Santos, Lucivânia da Silva Santos e Jucineide da Silva Santos**, pelo apoio, companheirismo e carinho.*

*A minha namorada, **Tatiana**, pelo amor, paciência e dedicação*

*As minhas amadas sobrinhas, **Maria Clara e Clarice Isabelly**, que tem feito meus dias mais felizes.*

Dedico!

*À Deus, pelo dom da vida, por me sustentar a cada dia, por guiar e me segurar para a
superação dos obstáculos da vida.
Aos meus Pais, pela minha formação pessoal, apoio constante e compreensão nos momentos
que me fiz ausente.*

*Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco, campus Belo
Jardim e amigos formados lá... vocês fazem parte do homem que sou hoje!
A professora Marcia Veronica da Costa Miranda, pela confiança, incentivo, orientação e
oportunidades dadas no início do curso.*

*Ao professor Jacinto Luna Batista, pela tutoria e aconselhamento durante o período que fui
bolsista do PET.*

*A professora Silvanda de Melo Silva, por ser para mim um exemplo de profissional, pela
orientação, compreensão e atenção a mim dispensada, enfim, por todo apoio todo este
período que estive no LBTPC.*

*À equipe e amigos do LBTPC (Rosana, Renato Dantas, Renato Pereira, Ana Dantas,
Francisco de Assis, Antonio Augusto, Fernando, Dona Rosane, George Henrique, Vanda
Maria, Alex Sandro Bezerra, Ricardo, Ana Clara, Larissa, Thiane, Natália, Vanessa,
Mariane, Bruno, Kayonara), pelos momentos compartilhados e todo apoio durante esse
tempo de convivência.*

*Ao professor Walter Esfrain Pereira, pelas correções e valiosas contribuições para o
aperfeiçoamento deste trabalho.*

*Aos colegas da turma de Agronomia 2013.1, Tayron, Flaviano, Ingrid, Matheus, Ulisses (in
memoriam), Jardel, Gemerson, David, Lais, Marianne e Aelson pela convivência, amizade,
momentos divertidos e companhia. Vocês serão sempre lembrados por mim.*

*Ao senhor cleanto por ter doado os abacaxis para montagem do experimento, bem como ao
grande Joãozinho sua amizade e ajuda na aquisição das infrutescências*

*Aos colegas de quarto José Lourivaldo, Eliercio Fernandes, Jonathan, Davi e Hilário, meu
muito obrigado!*

*A **Angeline** pela amizade e colaboração.*

*A minha Sogra **Maria de Fátima** e meu **Sogra Edilson**, pela amizade e companheirismo*

A todos, que mesmo em pensamento torceram por mim ...

Meu muito obrigado!

Hoje, neste tempo que é seu, o futuro está sendo plantado. As escolhas que você procura, os amigos que você cultiva, as leituras que você faz, os valores que você abraça, os amores que você ama, tudo será determinante para a colheita futura.

Pe. Fábio, de Melo

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O abacaxizeiro	3
2.2. Cultivar Pérola	4
2.3. A Infrutescência e sua Maturação	4
2.4. Atividade enzimática	6
2.5. Translucidez	6
2.6. Processamento de Imagem Digital (PID)	7
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo geral.....	9
3.2. Objetivos específicos	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1. Material Vegetal.....	10
4.2. Seccionamento das Infrutescências.....	10
4.3. Delineamento experimental	11
4.4. Concentração interna de CO ₂	11
4.5. Taxa respiratória da infrutescência íntegra	12
4.6. Avaliações.....	13
4.6.1. Sólidos solúveis	13
4.6.2. Acidez titulável.....	13
4.6.3. relação SS/AT	13
4.6.4. Firmeza	14
4.6.5. Cor da polpa.....	14
4.6.6. pH	14
4.6.7. Ácido ascórbico	14
4.6.8. Flavonoides Amarelos	14
4.6.9. Açúcares Solúveis.....	15
4.6.10. Translucidez.....	15
4.6.11. Atividade da Peroxidase (POD)	17
4.7. Análise estatística.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18

6. CONCLUSÕES.....	41
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. . Esquema de seccionamento transversal (A) e vertical (B) da infrutescência de abacaxizeiro ‘Pérola’	11
Figura 2. . Esquema de distribuição de cápsulas apreensoras de gases em infrutescências de abacaxizeiros ‘Pérola’	162
Figura 3. Esquema do sistema de fluxo contínuo de gases em infrutescências de abacaxizeiros ‘Pérola’ ..	Erro! Indicador não definido.
Figura 4. Escala estruturada com fotos e ponto (1;3;5;7;9) mostrando a evolução da translucidez na polpa de fatias de abacaxi ‘Pérola’	12
Figura 5. Taxa respiratória ($\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) (B) das infrutescências de abacaxizeiro inteiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) e Concentração interna de CO_2 (B) nas seções transversais.....	18
Figura 6. Sólidos Solúveis da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola.. Erro! Indicador não definido.	
Figura 7. Acidez Titulável ($\text{g.ac. citrico}.100\text{g}^{-1}$) da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA)..	21
Figura 8. Relação SS/AT da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).....	23
Figura 9. Valores do pH da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola.....	24
Figura 10. Conteúdo de ácido ascórbico ($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$) da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA)..	26

Figura 11. Firmeza (N) de infrutescências de abacaxi (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, ‘Pérola’, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (A) e das seções transversais (B).....	27
Figura 12. Parâmetro L^* (luminosidade) da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).....	28
Figura 13. Parâmetro a^* da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA)..	29
Figura 14. Parâmetro b^* da polpa de nas seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).	31
Figura 15. Teor de flavonoides amarelos (mg.100g^{-1}) da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e Totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola..	32
Figura 16. Açúcares solúveis totais - AST (g.100g^{-1}) da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).....	34
Figura 17. Açúcares redutores - AR ($\text{g. glicose.100 g}^{-1}$) da da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola..	35
Figura 18. Açúcares não redutores - ANR (g.100g^{-1}) da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).....	37
Figura 19. Avaliação sensorial da incidência da translucidez na polpa de seções transversais (A) de infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (B)..	38
Figura 20. Incidência da translucidez por Processamento de Imagem Digital (PID) na polpa de seções transversais (A) de infrutescências de abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> var. <i>Comosus</i>) cv,	

Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (B). 39

Figura 21. Atividade das enzimas peroxidase (POD) ($\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).. 40

SANTOS, E. C. **Gradiente de mudanças fisiológicas e de qualidade durante a maturação de abacaxi ‘Pérola’**. 2018, 80p. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Orientador: Dra. Silvanda de Melo Silva

RESUMO

A infrutescência do abacaxi apresenta características morfológicas distintas da maioria das frutas que tornam complexos seu desenvolvimento e maturação. Formada de baixo para cima e composta por diversos frutinhos, a infrutescência apresenta idade fisiológica diferente na parte inferior, média e superior. Com isso, supõe-se que durante a maturação os mesmos apresentem características físicas, físico-químicas e químicas diferentes afetando a qualidade. Diante da necessidade do entendimento do desenvolvimento da maturação do abacaxi. Este trabalho objetivou-se avaliar as alterações nos aspectos fisiológicos e na qualidade de infrutescência de abacaxizeiro ‘Pérola’ seccionados nos sentidos vertical e horizontal em diferentes estádios de maturação. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, Centro de Ciências Agrárias-UFPB, Areia-PB, com infrutescências oriundas do município de Itapororoca-PB. As infrutescências foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, num fatorial triplo (3 estádios de maturação, 3 seções transversais e 3 seções verticais). Foram avaliadas características físicas, físico-químicas, químicas e translucidez pelo método sensorial e por processamento de imagem digital. Além disso, foi avaliada as concentrações internas de CO₂ nas seções transversais da infrutescência do abacaxizeiro. Foi observado um comportamento diferenciado para as seções da infrutescência em cada estágio de maturação avaliado quanto a firmeza, cor da polpa, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, atividade da peroxidase e índice da translucidez da polpa. A concentração interna de CO₂ do abacaxi ‘Pérola’ é maior na seção transversal da base decrescendo gradativamente até o ápice, sem variações elevadas ao longo da maturação. A atividade enzimática da POD apresentou-se distribuída nas seções transversais e verticais do abacaxi, aumentando com o surgimento da translucidez.

Palavras Chaves: *Ananas comosus* L. Merr., respiração, maturação, qualidade, frutinho, infrutescência,

SANTOS, E. C. **Gradient of physiological and quality changes during the maturation of 'Pérola' pineapple**. 2018, 80p. Work of Completion of Course in Agronomy, Center of Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba. Advisor: Dr. Silvanda de Melo Silva

ABSTRACT

The frutescence of the pineapple presents distinct morphological characteristics of the majority of the fruits that make complex their development and maturation. Formed from the bottom up and composed of several fruits, the frutescence presents different physiological age in the lower, middle and upper part. Therefore, it is assumed that during maturation, they present different physical, chemical-chemical and chemical characteristics affecting quality. Faced with the need to understand the development of pineapple maturation. This work aimed to evaluate the changes in the physiological aspects and the quality of 'Pérola' pineapple frutescence, sectioned in the vertical and horizontal senses at different maturation stages. The work was developed in the Laboratory of Biology and Post-Harvest Technology, Center of Agrarian Sciences-UFPB, Areia-PB, with frutescence's from the municipality of Itapororoca-PB. The frutescence's were distributed in a completely randomized design, in a triple factorial (3 maturation stages, 3 transversal sections and 3 vertical sections). Physical, physicochemical, chemical and translucency characteristics were evaluated by the sensorial method and by digital image processing. In addition, the internal CO₂ concentrations in the transversal sections of the pineapple frutescence were evaluated. It was observed a differentiated behavior for the sections of the frutescence at each stage of maturity evaluated for firmness, pulp color, titratable acidity, pH, soluble solids, peroxidase activity and pulp translucency index. The internal CO₂ concentration of the 'Pérola' pineapple is higher in the cross section of the base decreasing gradually to the apex, without high variations during maturation. The enzymatic activity of POD was distributed in the transverse and vertical sections of the pineapple, increasing with the appearance of translucency.

Keywords: *Ananas comosus* L. Merr., Respiration, maturation, quality, frutinho, frutescence,

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merr.) é uma planta tropical, monocotiledônea, perene considerada a principal espécie da família Bromeliaceae, do gênero *Ananas*, com centro de origem na região Amazônica (SAMPAIO et al., 2011; NORONHA, et al., 2016). A cultura é considerada uma das mais importantes frutíferas das regiões tropicais e subtropicais, sendo a terceira mais produzida no mundo, atrás apenas das bananas e dos citros (NADZIRAH et al., 2013), isso devido à alta expansão comercial no mercado mundial nos últimos anos (KIST et al., 2017).

O abacaxi tem como principais países produtores Brasil, Tailândia, Filipinas, Costa Rica, Índia e Indonésia (FAOSTAT, 2017). O Brasil foi considerado em 2014 o segundo maior produtor de abacaxi, com uma área plantada de 68.618 hectares, produzindo cerca de 21,06 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da Costa Rica (FAOSTAT, 2017), sendo as principais regiões brasileiras produtoras o Nordeste, Sudeste e Norte (IBGE, 2017). As principais variedades cultivadas no país são o ‘Jupi’, ‘Vitória’, ‘Smooth Cayenne’, ‘Imperial’, ‘Gold’, ‘Pérola’ e outros híbridos (ANDRADE et al., 2015; DANTAS et al., 2015). Em 2015 o Estado da Paraíba produziu 290.772 mil frutos (IBGE, 2017)

Cerca de 70% do abacaxi produzido é consumido como fruta fresca nos países produtores (TASSEW, 2014), no Brasil, as variedades de maior importância econômica são a ‘Pérola’ para o consumo fresco interno e a ‘Smooth Cayenne’ na indústria, (ANDRADE et al., 2015; HOUNHOUIGAN et al., 2014; MARTINS et al., 2013; SANCHES et al., 2016). O abacaxi ‘Pérola’ é o mais cultivado no Estado da Paraíba, devido a sua maior resistência a pragas e doenças, boa produtividade, melhor aceitação sensorial e melhor adaptação as condições climáticas da região (HASSAN e OTHMAN, 2011; MELETTI et al., 2011; NORONHA et al., 2016).

A maturação da infrutescência é determinada com base em dois aspectos distintos: na maturação aparente, referente à coloração da casca, e a real, que leva em consideração as características físico-químicas que são responsáveis pelas mudanças sensoriais e físicas (LOBO e YAHIA, 2017; STEINGASS et al., 2015). Entretanto, assim como na maioria das frutíferas o momento adequado para a colheita do abacaxi ainda é uma questão bastante complexa, devido ser uma infrutescência comprida, formada em espiral, da base para o ápice, composta por 100 a 200 frutos individuais, denominados de frutinhos (CUNHA e CABRAL, 1999; GEORGE et al., 2017; GIACOMELLI, 1981).

Nesse contexto, devido à sua formação, os frutinhos da parte inferior da infrutescência têm idade fisiológica maior que os da parte média e superior (COPPENS D'EECKENBRUGGE e LEAL, 2003). Durante o processo de maturação o abacaxi não apresenta aumento na produção de etileno, uma vez que se trata de fruto não climatérico (CHERIAN et al., 2014; LI et al. 2016). Esta infrutescência é bastante perecível e sujeito a elevados níveis de perdas pós-colheita, necessitando de manuseio cuidadoso na colheita e aplicação de tecnologias adequadas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A infrutescência do abacaxizeiro sofre diversas transformações, durante a maturação dos frutinhos, com mudanças acentuadas nas características físicas e físico-químicas (HAJAR et al., 2012; NADZIRAH et al., 2013) e no aumento da atividade de enzimas oxidativas como a peroxidase, cuja atividade está associada ao escurecimento interno da polpa (RAIMBAULT et al., 2011; SOARES et al., 2005) variando em gradiente que evolui no sentido da parte inferior para a superior (LUENGWILAI et al., 2016). Estes fatores ocasionam mudanças da coloração da casca e composição química da polpa, interferindo na qualidade, aceitação sensorial e conservação pós-colheita (LU et al., 2014; NADZIRAH et al., 2013; REINHARDT et al., 2004).

Uma das modificações na aparência interna que surge é translucidez, que é uma desordem fisiológica da polpa do abacaxi, com início antes da colheita dos frutos (FASSINOU e HOTEJNI, 2014), caracterizada pela baixa porosidade e uma aparência liquefeita, causada pelo preenchimento com líquido dos espaços intercelulares livres (AMODIO et al., 2016; ZHANG et al., 2014). Além disso, a está associada à maturação de algumas cultivares de abacaxi, se intensificando no decorrer do processo (CHEN e PAULL, 2000).

Algumas pesquisas avaliam a intensidade da translucidez através de análises sensoriais em painel, utilizando uma determinada escala subjetiva, julgada por avaliadores treinados (MARTINS et al., 2012; RUSSO et al., 2014). No entanto, nos últimos anos vem se estudando a utilização de sistemas de visão computacional como ferramenta para avaliação e o controle da qualidade de produtos agrícolas de forma mais precisa (GARRIDO-NOVELL et. al., 2012; LIMA et al., 2016; PACE et al., 2013; ZHANG et. al. 2014), como o Processamento de Imagem Digital (PID), através do software livre ImageJ®, que possibilita o uso de PDI com baixo custo (LIMA et al., 2016).

Diversos estudos tentam elucidar a evolução da maturação e da qualidade no abacaxi (REINHARDT et al., 2004). No entanto, estudos descrevendo as mudanças fisiológicas e da atividade enzimática que influenciam na maturação, ainda são necessários.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O abacaxizeiro

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merr.) é uma planta pertencente à família Bromeliaceae, gênero *Ananas*. A espécie é considerada uma das frutíferas cultivadas mais importantes das regiões subtropicais e tropicais do mundo (NADZIRAH et al., 2013). Tem provavelmente das zonas Central e Sul do Brasil, o Nordeste da Argentina e o Paraguai (HASSAN e OTHMAN, 2011). Entretanto, estudos de distribuição do gênero *Ananas* indicam que o seu centro de origem é a região Amazônica (NORONHA et al., 2016), compreendida entre as coordenadas geográficas de 10°N e 10°S de latitude e 55°L e 75°W de longitude, devido ao maior número de espécies conhecidas atualmente descobertas no local (SAMPAIO et al., 2011).

O abacaxizeiro possui um caule (talo) curto e grosso circundado por folhas, estreitas, cerosas e muito rígidas. O sistema radicular é fasciculado (“cabeleira”), superficial, fibroso e sua maior parte ocupa apenas os 15 primeiros centímetros de solo. As folhas de acordo com a sua posição em relação ao caule são classificadas em A, B, C, D, E e F, sempre de dentro para fora. Destas a mais importante é a folha D, a mais jovem das folhas totalmente adultas, opondo-se a aproximadamente de 45° do eixo perpendicular da planta, sendo por isto largamente usada em análise de desenvolvimento e o estado nutricional da planta (REINHARDT et al., 2000; LOBO e YAHIA, 2017; HASSAN e OTHMAN, 2011).

A cultura do abacaxizeiro vem passando por uma alta expansão no mercado mundial nos últimos anos (KIST et al., 2017), sendo considerada de grande relevância econômica, sobretudo nos países de clima tropical e subtropical, devido à grande aceitabilidade do fruto no mercado mundial (RAMOS et al., 2010; LI et al., 2018; HOSSAIN, 2016). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2017), em 2014, a produção mundial brasileira foi de 2,65 bilhões de toneladas. Em 2015 os Estados que mais produziram foram o Pará com 372.686 mil frutos, seguido por Paraíba, com 290.772 mil, Minas Gerais, com 263.133 mil, Bahia, com 144.827 mil e São Paulo com 96.719 mil frutos (IBGE; 2018). Na Paraíba as cidades mais produtoras são Itapororoca, Santa Rita, Araçagi, Pedras de Fogo e Lagoa de Dentro.

O abacaxi é uma espécie monocotiledônea, herbácea perene, sobre o ponto de vista botânico, entretanto, comercialmente pode ser produzido de um a dois ciclos, pertencente ao

grupo das espécies de hábito terrestre do gêneros *Ananas* e *Pseudananas* (CUNHA et al., 1999; LOBO e YAHIA, 2017), com as variedades mais conhecidas classificadas em cinco grupos distintos: Cayenne, Spanish, Queen, Pérola e Perolera, baseado em um conjunto de características comuns, relativas a morfologia da planta, folha, flor e fruto (REINHARDT et al., 2000). No Brasil, as principais variedades cultivadas são o ‘Pérola’ e o Smooth ou Havaiano. Ambos são utilizados na indústria, no entanto, a cultivar havaiana é mais apta para o processamento e a ‘Pérola’ para o consumo fresco (ANDRADE et al., 2015; HOUNHOUIGAN et al., 2014; MARTINS et al., 2013; SANCHES et al., 2016).

2.2. Cultivar Pérola

A cultivar ‘Pérola’, também chamada de ‘Pernambuco’ é amplamente cultivada no Brasil, predominante nos estados do Nordeste (SPIRONELLO, 2010). A planta apresenta porte médio e crescimento ereto, com folhas com cerca de 65 cm de comprimento e espinhos nos bordos. A infrutescência é conectada a um pedúnculo longo de aproximadamente 30cm (REINHARDT et al., 2000).

A infrutescência apresenta forma cônica, casca amarelada, quando verde, polpa branca, succulenta, com sólidos solúveis totais de 14 a 16% (ANDRADE et al., 2015; GUIMARÃES SANCHES et al., 2017), pouco ácida em relação aos citros, sendo agradável ao paladar do brasileiro, devido a sua polpa succulenta e saborosa, considerada insuperável para o consumo fresco (ANDRADE et al., 2015).

O fruto pesa de 1,0 a 1,5 kg, possuindo coroa grande e tem sido pouco visado para a exportação, apesar de suas características organolépticas (SOUTO, 2014; FERREIRA et al., 2017), entretanto, com grande potencial de comercialização internacional por serem bastante apreciados no Mercosul e Europa (CUNHA, 2006).

2.3. A Infrutescência e sua Maturação

A infrutescência do abacaxizeiro é classificada como um fruto composto, carnoso, do tipo baga, chamado de sincárpio ou sorose. A formação ocorre através da coalescência de 100 a 200 frutos individuais (frutinhos), tipo baga, que se fundem espiralmente, de baixo para cima, num eixo central (COPPENS D’EECKENBRUGGE e LEAL, 2003), que é a continuação do pedúnculo (talo), podendo apresentar vários formatos como, cônico, ligeiramente cônico,

cilíndrico e arredondado (CUNHA e CABRAL, 1999; GEORGE et al., 2017; GIACOMELLI, 1981; SILVA e TASSARA, 2001). Portanto, os frutinhos da parte inferior têm idade fisiológica maior que os da região mediana e superior, o que pode contribuir para variações muito significativas na qualidade da polpa do abacaxi (COPPENS D'EECKENBRUGGE e LEAL, 2003; LOBO e YAHIA, 2017; REINHARDT et al., 2004).

De acordo com Lobo e Yahia (2017) a concentração açúcares solúveis é menor na parte superior da infrutescência em comparação com a base. Para Reinhardt et al. (2004) existe um gradiente de qualidade na polpa de abacaxi 'Pérola', variando de acordo com a maturação e ao longo dos eixos verticais e horizontais, havendo aumento nos teores de Sólidos Solúveis (SS), pH e relação SS/ Acidez Titulável (AT) e diminuição da AT e ácido ascórbico entre os estádios de maturação "de vez" e maduro, observando-se comportamento semelhante nos eixos verticais (região próximo a coroa para a base) e horizontais (região próximo a casca para o talo) em ambos estádios de maturação. Entretanto, ainda não é bem claro a forma de evolução da maturação no abacaxi, sobretudo levando-se em consideração a gradual diferença na qualidade nas diferentes regiões da infrutescência.

O abacaxi apresenta alto teor energético e elevado valor nutricional (OGAWA et al., 2017), devido à sua alta concentração de carboidratos, fibras, minerais (cálcio, potássio, fósforo, magnésio, sódio, cobre e iodo) e vitaminas, principalmente o ácido ascórbico, niacina, timina e riboflavina (PYC et al., 1984; JOY, 2010; HOSSAIN et al., 2015) além de outros constituintes responsáveis pelo desenvolvimento da qualidade da infrutescência durante a maturação (LOBO e PAULL, 2017), que estão relacionados as mudanças nas características externas (coloração da casca, tamanho, forma) e internas (polpa) como sabor, aroma e valor nutritivo (SIMPIÑA, 2014; ANDRADE et al., 2015; HOUNHOUIGAN et al., 2014).

O abacaxi é caracterizado como um fruto não climatérico (LOBO e PAULL, 2017) por não apresentar nenhuma alteração drástica na taxa respiratória durante a maturação, apresentando de 10 a 20 mL de CO₂/Kg h a 20°C, e uma baixa produção de etileno 9 e 300 µL/Kg h que pode aumentar em frutos maduros (HASSAN e OTHMAN, 2011; LOBO e YAHIA, 2017) apresentando uma diminuição progressiva na taxa respiratória após a colheita, sofrendo poucas mudanças metabólicas, devido a sua baixa reserva de amido (LOBO e YAHIA, 2017; CHERIAN et al., 2014; LI et al. 2016).

2.4. Atividade enzimática

A peroxidase (POD) é uma enzima associada a um grande número de reações oxidativas e de biodegradação, tais como oxidação do ácido indol-3-acético, biossíntese de lignina, cicatrização de ferimentos, oxidação de fenóis, defesa de patógenos, regulação da elongação de célula, degradação da clorofila ou auxinas, etc (CAMPOS e SILVEIRA, 2003). Além disso, a POD participa da oxidação do ácido ascórbico e descoloração de antocianinas (ROBINSON, 1991; BRITO et al., 2005; HONG et al., 2012)

Muitas dessas reações, portanto, podem ser associadas com a degradação do aroma, sabor, cor, textura e qualidade nutricional do abacaxi (RAIMBAULT et al., 2011; ALVIM e CLEMENTE, 1998; KAO, 2003). Na reação da POD o peróxido de hidrogênio ou outro peróxido orgânico, como o peróxido de metila ou o etil hidrogênio, é reduzido, enquanto que um doador de elétrons (OH) é oxidado. O doador de elétrons pode ser ascorbato, fenóis, aminas ou outros compostos orgânicos (BRITO et al., 2005; BROETTO, 2014).

Zhou et al. e Hong et al. (2013) observaram que a atividade da peroxidase está em frutos de abacaxi durante todo o período de pós-colheita. A sua atividade diminui durante o desenvolvimento da fruta e ao decorrer do armazenamento (HASSAN e OTHMAN, 2011; LOBO e YAHIA, 2017). Essas enzimas induzem mudanças negativas de sabor durante a o armazenamento (FREITAS et al., 2008). Além da alteração no sabor, a ação dessa enzima pode causar mudanças indesejáveis no aroma, gosto, cor, textura e também a perda de nutrientes, o que acarreta perdas econômicas consideráveis (ARAÚJO, 1999; RAIMBAULT et al., 2011).

2.5. Translucidez

A translucidez em abacaxi é caracterizada por uma baixa porosidade da polpa e aparência embebida de água, causada pelo preenchimento dos espaços intercelulares livres com líquido (AMODIO et al., 2016; ZHANG et al., 2014) devido ao colapso dos vasos do floema (LUENGWILAI et al., 2016). Essa desordem fisiológica da polpa do abacaxi, na maioria dos casos, está associada à evolução da maturação da infrutescência (HASSAN e OTHMAN, 2011; LOBO e YAHIA, 2017), pois a translucidez se inicia mesmo antes da colheita dos frutos (FASSINO e HOTEAGNI et al., 2014), se intensificando durante o progresso da maturação (CHEN e PAULL, 2000) e o armazenamento do abacaxi, causando uma perda maior de

qualidade (MONTERO-CALDERÓN et al., 2008). Além disso, favorece o surgimento de manchas marrons caracterizando o escurecimento interno (RAIMBAULT et al., 2010).

De acordo com Martins et al. (2012), o emprego do sistema de produção integrada, com tratamentos culturais mais racionais no abacaxi ‘Pérola’ pode retardar o desenvolvimento da translucidez nas infrutescências em até 10 dias após a colheita, comparado aos sistemas convencionais. A qualidade do solo e os insumos utilizados durante o cultivo podem auxiliar na manutenção da integridade da parede celular (PAULL e CHEN, 2003), fazendo com que reduza a incidência dessa desordem. Para Chen e Paull (2001), a maior severidade da translucidez em abacaxi pode estar associada às alterações na permeabilidade da membrana, que é favorecida por um aumento da temperatura no último estágio de desenvolvimento das infrutescências.

A intensidade da translucidez é em geral avaliada através de painéis sensoriais treinados utilizando escala subjetiva (MARTINS et al., 2012; RUSSO et al., 2014). Porém, mais recentemente tem se explorado sistemas de visão computacional como ferramenta mais prática para a detecção de desordens fisiológicos como a translucidez (GARRIDO-NOVELL et al., 2012; LIMA et al., 2016; PACE et al., 2013; ZHANG et al. 2014).

2.6. Processamento de Imagem Digital (PID)

O processamento de Imagem Digital (PID) é entendido como o processamento de uma imagem por computadores de modo que a entrada e a saída do processo sejam imagens, através de um conjunto de tarefas interconectadas (QUEIROZ e GOMES, 2006). O processo propriamente dito, se inicia com a captura de uma imagem, a qual, normalmente, corresponde à iluminação que é refletida pela superfície dos objetos, realizada através de um sistema de aquisição (câmera fotográfica). Após a captura através de digitalização, uma imagem é representada em duas ou mais dimensões (PRATT, 2001).

O sistema de visão computacional tem sido amplamente utilizado como uma ferramenta para controle de qualidade de produtos agrícolas (GARRIDO-NOVELL et al., 2012; PACE et al., 2013; ZHANG et al., 2014). Através de parâmetros como a medição da coloração a partir da visão computacional (PACE et al., 2013; ZHANG et al., 2014; LIMA et al., 2016), essa ferramenta pode fornecer a caracterização detalhada da uniformidade de frutos e hortaliças (WU e SUN, 2013).

A coloração através do sistema de visão computacional é representada por vários sistemas de coordenadas definidos como sistemas de cores (AVILA et al., 2015). O sistema de cor acessado através dos canais RGB (Vermelho, Verde e Azul) tem sido o mais utilizado para inspeção da qualidade em frutos e hortaliças (GARRIDO-NOVELL et al., 2012; ZHANG et al., 2014). Entretanto, o sistema HSB (Matiz, Saturação e Brilho) é aquele que melhor aproxima a visão humana em relação à interpretação da cor oferecendo melhor uniformidade em relação ao RGB (QUEVEDO et al., 2010; PATHARE et al., 2013; WU e SUN, 2013; VÉLEZ-RIVERA et al., 2014).

De acordo com Lima et al. (2016) é possível avaliar a translucidez da polpa do abacaxi utilizando o processamento de imagem digital, de forma rápida, pratica e acurada que análises sensoriais, com a utilização do sistema de cores HSB e a segmentação das regiões translúcidas. A segmentação proporciona melhor divisão de uma imagem em áreas de interesse, com base em semelhanças de pixel agrupados devido a cor, brilho e textura. Isso possibilita a medição dessas áreas de interesse e posterior determinação da intensidade desordens em frutos e hortaliças pelo tamanho da área atingida na imagem (HU et al, 2014; ZHANG et al., 2014).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar o gradiente de mudanças fisiológicas e de qualidade durante a maturação de abacaxi ‘Pérola’ seccionados nos sentidos vertical e transversal em diferentes estádios de maturação.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar o sentido do gradiente de maturação;
- Avaliar as mudanças fisiológicas durante a maturação;
- Quantificar a taxa respiratória nos diferentes estádios de maturação do abacaxi;
- Analisar a atividade enzimática no gradiente de maturação;
- Avaliar a intensidade da translucidez no gradiente de maturação.
- Avaliar o gradiente de qualidade

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material Vegetal

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita (LBTPC), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. Foram avaliadas infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*), cultivar Pérola, oriundos de plantio comercial, do município de Itapororoca-PB. As infrutescências foram colhidas no período da manhã em três estádios de maturação, de acordo com a coloração da casca (totalmente verde, TV; verde-amarelo, VA e totalmente amarelado, TA) (CQH, 2003). Em seguida foram transportados para o LBTPC, em caixas plásticas do tipo K, onde foram selecionados por maturidade, lavados em água corrente, sanificados com solução de hipoclorito de sódio a 50ppm por 1 min e secos em condição ambiente.

4.2. Seccionamento das Infrutescências

As infrutescências foram avaliadas considerando duas formas de seccionamento. Foram seccionadas transversalmente em três seções (base, meio e ápice), com aproximadamente 1/3 do comprimento total em cada seção (Figura 1A). Em seguida, foi retirado a parte correspondente ao talo de cada seção transversal, utilizando faca cilíndrica de alumínio inoxidável. A seção vertical foi dividida em duas partes iguais, com 1/2 para região próximo da casca (externa) e 1/2 para a região próximo ao talo (interna) (Figura 1B).

As seções transversais e verticais foram analisadas na forma íntegra para as variáveis físicas, inicialmente, e posteriormente processados e homogeneizados individualmente em liquidificador industrial, dentro de uma mesma repetição, para as avaliações destrutivas.

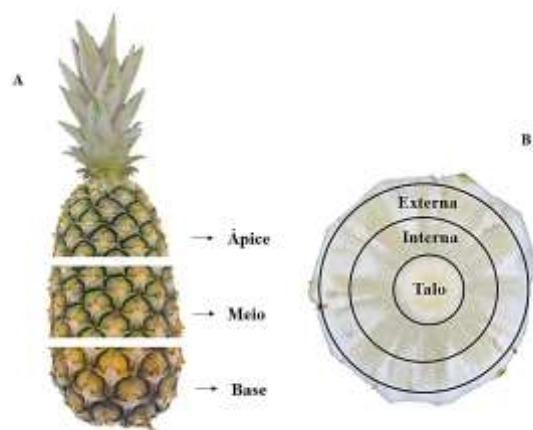


Figura 1. Esquema de seccionamento transversal (A) e vertical (B) da infrutescência de abacaxizeiro 'Pérola', (Reinhardt, 2004).

4.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial triplo, com três estádios de maturação (totalmente verde, TV; verde-amarelo, VA e totalmente amarelado, TA), três seções transversais (Base, Meio e Ápice) e três verticais (Porção Externa, Interna e Talo). Foram utilizadas quatro repetições para cada estágio de maturação, totalizando 108 unidades experimentais, sendo cada repetição composta por dois frutos.

4.4. Concentração interna de CO₂

A concentração interna de CO₂ foi medida adaptando-se uma cápsula de captura de gases que foi conectada à superfície das infrutescências (Figura 2), conforme metodologia adaptada de Perez e Beaudry (1998) adaptadas na superfície das infrutescências. As cápsulas que possuem dimensões de 22mm de diâmetro e 2 cm de altura e volume médio de 9,7 mL, foram adaptadas na superfície das infrutescências utilizando cera de abelha em três frutinhos de cada seção transversal (base, meio e ápice). Cada cápsula foi adaptada com septo para coleta da amostra. As cápsulas eram providas de tampas de rosca, que foram fechadas antes de cada coleta para análise. As coletas foram realizadas quando as cápsulas atingiram o ponto de equilíbrio atmosférico do fruto, aproximadamente em 1 hora, então se realizava a leitura.

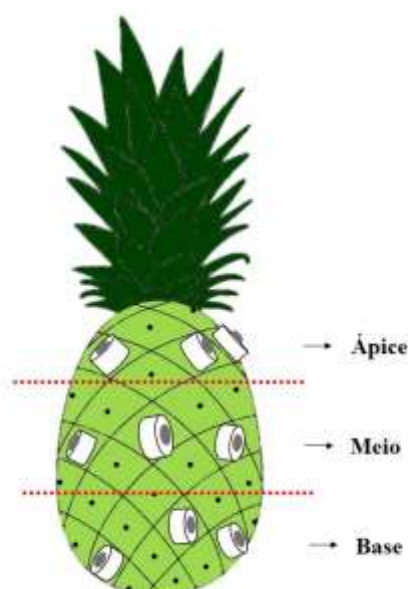


Figura 2. Esquema de distribuição de cápsulas apreensoras de gases em infrutescências de abacaxizeiros ‘Pérola’

A composição dos gases foi determinada a cada 24 horas, retirando-se uma amostra de 0,1 mL das cápsulas com auxílio de seringas e a quantificação foi feita no analisador de CO₂ Sable Systems PA-10a. Como padrão para as medições utilizou-se mistura sistêmica de O₂ e CO₂ contendo em média de 20,95% O₂ e 1,58% CO₂.

As concentrações de CO₂ foram calculadas considerando-se as leituras dos padrões, com as das amostras das cápsulas, de acordo com a formula abaixo:

$$\text{Inter. CO}_2\% = \left[\frac{\text{Padrão} * L_{\text{amostra}}}{L_{\text{Padrão}}} \right] * V$$

4.5. Taxa respiratória da infrutescência íntegra

A taxa respiratória das infrutescências de abacaxi foi acondicionada em recipientes dotados de entrada e saída de ar sob sistema de fluxo contínuo de gás (Figura 3). As leituras foram iniciadas após 24 horas e durante 11 dias. A coleta foi realizada com seringa de 1 mL, sendo injetada no analisador de CO₂ Sable Systems PA-10a. Para os cálculos da taxa respiratória formula descrita por Nakamura et al., (2003).

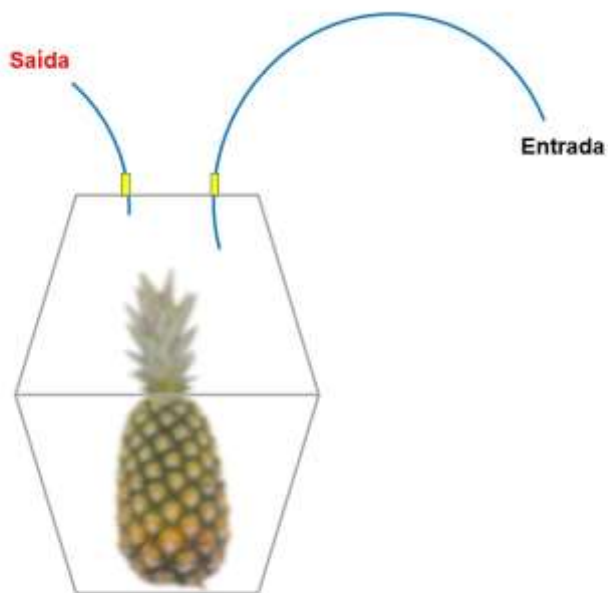


Figura 3. Esquema do sistema de fluxo contínuo de gases em infrutescências de abacaxizeiros ‘Pérola’.

4.6. Avaliações

4.6.1. Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis (SS) foram determinados nas seções processadas, utilizando um refratômetro tipo Abbe digital, marca ATAGO - N1© a 22°C, e expressos em percentagem.

4.6.2. Acidez titulável

Acidez Titulável (AT – g de ácido cítrico.100 g⁻¹ de polpa) foi determinado nas seções por titulometria com solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína até obtenção de coloração rosa claro permanente, utilizando 1 g da amostra em 50 mL de água destilada (IAL, 2005).

4.6.3. relação SS/AT

A relação SS/AT foi obtida pela divisão dos valores dos sólidos solúveis totais pela g.100⁻¹ de acidez (SS/AT) (DANTAS, 2015).

4.6.4. Firmeza

A firmeza foi determinada apenas nas seções transversais, onde cada seção correspondeu a 1/3 da infrutescência, antes do descasque. Foi utilizado um penetrômetro manual Magness Taylor Pressure Tester®, sendo feito duas leituras na região equatorial das porções transversais da infrutescência em lados opostos, no meio de cada frutinho, com a infrutescência íntegra.

4.6.5. Cor da polpa

A coloração da polpa foi avaliada em cada seção através de leitura direta com o colorímetro Minolta CM-508d®, o qual expressa a cor no sistema CIE Lab. Foram efetuadas duas leituras por seção, alternando a posição de leitura.

4.6.6. pH

O potencial hidrogeniônico (pH) das seções foi estabelecido com potenciômetro (IAL, 2005).

4.6.7. Ácido ascórbico

Ácido Ascórbico ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$): determinado por titulometria, utilizando-se solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002 %) até obtenção de coloração róseo claro permanente do extrato, utilizando-se 1 g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5% conforme Strohecker e Henning (1967).

4.6.8. Flavonoides Amarelos

Foi obtido por espectrofotometria a 374 nm, seguindo a metodologia de Francis (1982) com modificações, utilizando 5 g de polpa para 10 mL da solução extratora, composta com 85 mL de Etanol PA com 15 mL de solução de HCl (1,5 M), sendo mantidos sob refrigeração por 12 horas. Em seguida, foi feita centrifugação a 9000 rpm por 5 minutos, retirado o sobrenadante e completado o volume final para 15 mL com a solução extratora. A leitura espectrofotométrica

foi realizada em cubetas de quartzo utilizando Espectrofotômetro Geneses™ © 10s UV VIS. Os dados foram calculados através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6 expressos em mg.100g⁻¹.

4.6.9. Açúcares Solúveis

Os teores de açúcares foram determinados na polpa das seções pelo método de ácido dinitrosalicílico (DNS) de acordo com Miller (1959). O extrato para as determinações foi preparado na proporção 1:50 (g de polpa: mL de água destilada).

Açúcares redutores (AR), o extrato foi colocado em Banho-Maria (60 - 70°C) por 5 minutos, esfriado em banho de gelo e filtrado. A determinação foi realizada utilizando alíquota de 0,75 mL do extrato.

Açúcares solúveis totais (AST) foram determinados em 25 mL do extrato utilizado para determinação dos AR e adicionando-se 2 mL de HCl na proporção 1:1 (v:v), colocando em Banho-Maria (60 - 70°C) por 30 minutos, seguido de banho de gelo e neutralização com NaOH (2 M) com o auxílio de papel tornassol, completando-se o volume final para 100 mL com água destilada. Para a determinação dos AST foi utilizado 0,75 mL desse extrato.

Para a quantificação AST e AR, foi utilizada uma alíquota 1,5 mL do extrato, determinada com base na curva padrão de glicose (variando de 0 a 1801,6 µg de glicose PA), adicionado 1 mL do reagente DNS. Em seguida, os tubos foram colocados em Banho Maria a 70 °C por 5 minutos, utilizando-se banho de gelo para parar a reação. Para a amostra controle (branco), foi realizado o mesmo procedimento, substituindo o volume do extrato por água destilada. O volume final do tubo foi aferido em 10 mL com água destilada. A leitura de absorvância foi realizada à 540 nm (Espectrofotômetro Geneses™ 10s UV VIS).

Açúcares não- redutores (ANR): foi estimado pela subtração de AST-AR.

4.6.10. Translucidez

As avaliações referentes a translucidez foram realizadas nas seções transversais, para cada estágio de maturação, avaliado logo após o descasque das infrutescências. Foram utilizadas fatias com espessura de aproximadamente 2 cm retiradas da região mediana de cada seção. Em seguida foram utilizados os seguintes procedimentos para avaliações:

Análise sensorial

As avaliações sensoriais para descrever a translucidez utilizou 12 painelistas treinados segundo a metodologia descrita pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998). O julgamento das amostras codificadas se deu através de fichas com escala estruturada, na qual o julgador marcava o número correspondente a presença e intensidade da translucidez de acordo com a escala hedônica (Figura 3) indicando sua ausência, início, moderada, forte e extremamente forte. As amostras foram compostas de fatias correspondentes as três seções transversais de cada estágio de maturação.

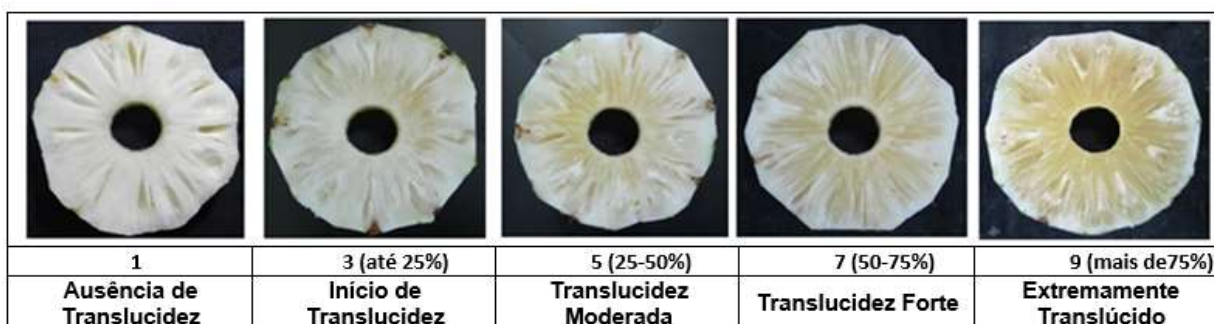


Figura 4. Escala estruturada com fotos e ponto (1;3;5;7;9) mostrando a evolução da translucidez na polpa de fatias de abacaxi 'Pérola' (LIMA, 2016).

Análise por Processamento de imagem digital (PID)

As amostras utilizadas na análise da translucidez por processamento de imagem digital, de acordo com Lima et al., (2016), foram compostas de imagens de fatias correspondentes as três seções transversais de 24 infrutescências de abacaxi, divididas em três estádios de maturação num total de 72 fatias.

As fatias foram colocadas imediatamente após o corte, em uma câmara com controle de iluminação para a captura das imagens com uma câmara fotográfica.

A medição da área translúcida das fatias foi realizada através do processamento das imagens, utilizando o programa ImageJ®. Para a seleção da região de interesse (área translúcida na fatia), utilizou-se a ferramenta Threshold Color space HSB (Hue, Saturation e Brightness), ajustando-se os valores correspondentes a área translúcida em cada parâmetro de cor. A área translúcida e total das fatias foram obtidas através do comando Analyze Particles. Os valores foram expressos em porcentagem de translucidez, de acordo com a formula abaixo:

$$AT (\%) = \frac{ATP}{AFP} * 100$$

Onde: AT = área translúcida; ATP = área translúcida em pixel e AFP = área total da fatia em pixel.

4.6.11. Atividade da Peroxidase (POD)

A atividade da peroxidase (POD, EC 1.11.1.7) foi estimada com base na oxidação do guaiacol utilizando H₂O₂ e um coeficiente de extinção 26,6 mM⁻¹ cm⁻¹, conforme Wu et al., (2010). Para a extração da enzima foi utilizado o tampão de extração fosfato de potássio 0,05 M (pH 7,0) em uma proporção de 1:10 (1g de polpa para 10 mL do tampão). A mistura polpa e tampão foi macerada por um minuto, em seguida o homogenato foi centrifugado a 9.000rpm por 15 minutos. O sobrenadante resultante constituiu o extrato enzimático. Todos os procedimentos foram realizados em banho de gelo, mantendo a temperatura a ±4°C.

Para a determinação da atividade enzimática, a mistura utilizada continha 1,2 ml de 100 mM tampão de fosfato de potássio (pH 7,0), 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 mL de guaiacol a 3% e 0,1 ml de extrato enzimático. O aumento na absorbância foi monitorizado durante 60 segundos a 470 nm em espectrofotômetro (GenesesTM 10s UV VIS). Os resultados foram expressos em U.min⁻¹. g⁻¹.

4.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias entre as seções foram comparadas pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o software SAS 9.3 (2011) para as análises.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa respiratória da infrutescência íntegra do abacaxizeiro (Figura 5A) deferiu em intensidade entre os estádios de maturação, entretanto sem mudanças significativas durante a pós-colheita. A taxa respiratória foi mais elevada em abacaxis verdes amarelado. A taxa respiratória nas infrutescências de abacaxi ‘Pérola’ variou de 28,12 a 31,82 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ no estágio TV, de 32,71 a 43,23 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ no estágio VA e de 32,05 a 43,32 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ no estágio TA. Este comportamento em infrutescências de abacaxizeiro, é característico de fruto com padrão respiratório não climatérico (CHITARRA e CHITARRA, 2005), como atribuído por Souto et al. (2010) para infrutescência íntegra da cultivar ‘Pérola’ que apresentaram taxa de 31,20 $\text{mg CO}_2\text{ kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$.

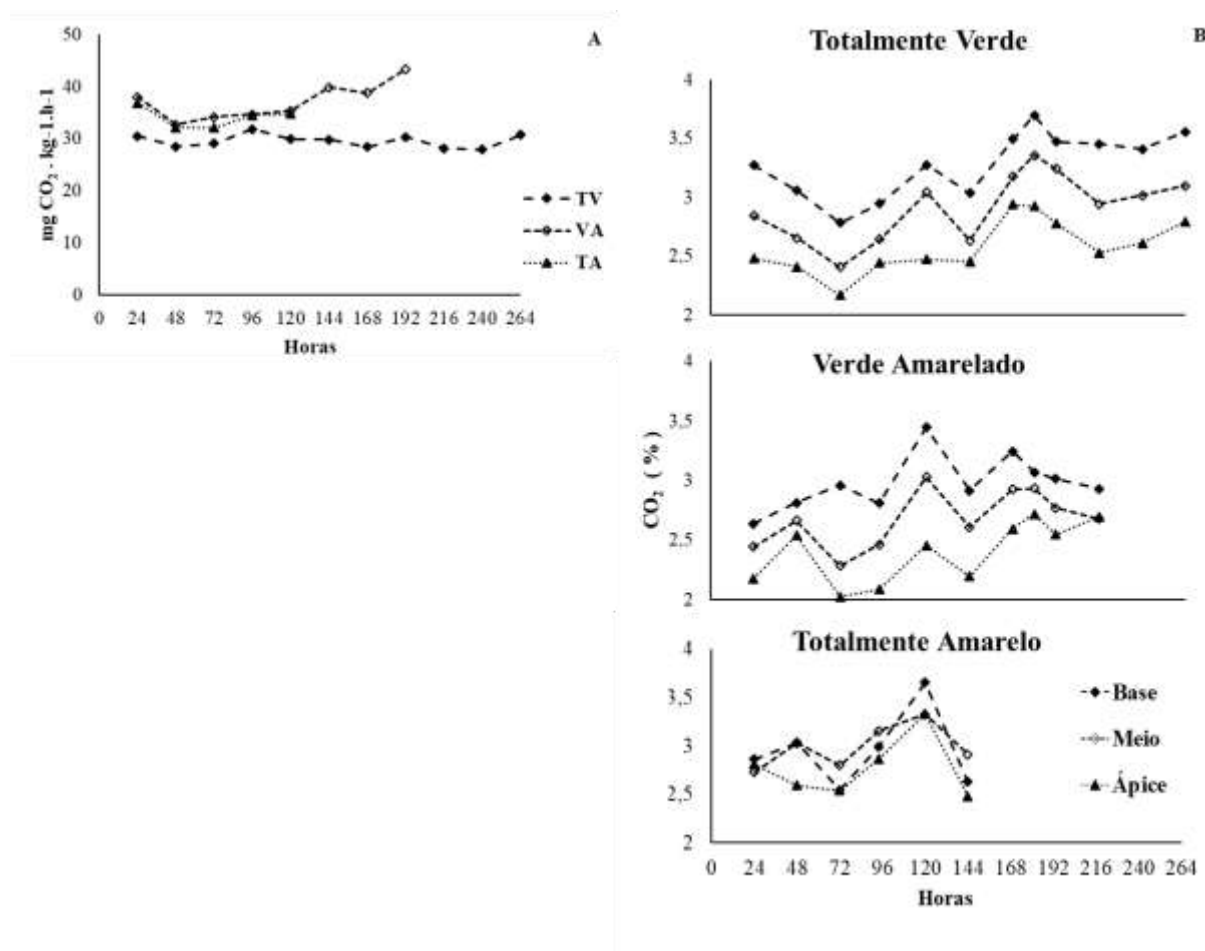


Figura 5. Taxa respiratória ($\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) (A) das infrutescências de abacaxizeiro inteiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) e Concentração interna de CO₂ (B) nas seções transversais.

As concentrações internas de CO₂ variaram entre as seções transversais do abacaxi de modo que quanto mais distante da base, menor a concentração, caracterizando maior atividade metabólica da região basal (Figura 5B). A base do fruto apresentou maior concentração interna de CO₂, nos abacaxis TV e VA, durante a maturação. Nas avaliações de cada seção transversal da infrutescência, observou-se perfil similar das concentrações de CO₂ interno, sem grandes alterações durante o período de avaliações, como observado em frutos de produção respiratória não-climatérico (CHITARRA-CHITARRA, 2005).

Nas infrutescências totalmente amarelas não foram observadas diferenças entre o meio e a base, com apenas o ápice apresentando concentrações internas de CO₂ inferiores as demais seções. Este comportamento pode ter sido devido ao fruto ter atingido a sua maturação plena neste estágio de maturação.

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) aumentou com a evolução da maturação em 1,25% em abacaxis de TV para VA, não deferindo este do TA, com 15,63% (Figura 6A), revelando que a partir do estágio VA a infrutescência estabilizou os conteúdos solúveis.

Com relação as seções transversais ao eixo da infrutescência, os SS da base foram 1,6% superior (16,03%), seguido do meio (15,25%) e do ápice (14,43%), indicando a evolução da maturação e acúmulo de solutos em gradiente da base para o ápice, bem como a maior atividade metabólica da base com relação as seções mais próximas à coroa do fruto (Figura 6B), como corroborado pela concentração interna de CO₂ da infrutescência.

Os SS diferiram entre as seções verticais das infrutescências de modo que a mais externa apresentou menor teor de SS, seguida pelo talo, com 14,98%. O maior teor de SS foi encontrado na seção interna com 15,91%. Indicando a maior concentração de solutos nesta seção vertical (Figura 6C).

Reinhardt et al., (2004) reportaram variações superiores de SS, com valores de 2,6% entre a seção transversal basal (mais madura e doce) e a região próximo a coroa, ápice (menos madura e menos doce), e para as seções verticais de 0,58%, talo em direção a região externa. Andrade et al. (2015) avaliaram a qualidade do abacaxi 'Pérola', reportando teores de SS inferiores aos deste trabalho, para toda infrutescência (13,28 %). Martins et al., (2012) reportaram teores de SS em abacaxi 'Pérola' oscilando entre 15,5 a 16,5 % em toda a infrutescência, o que está na faixa deste trabalho.

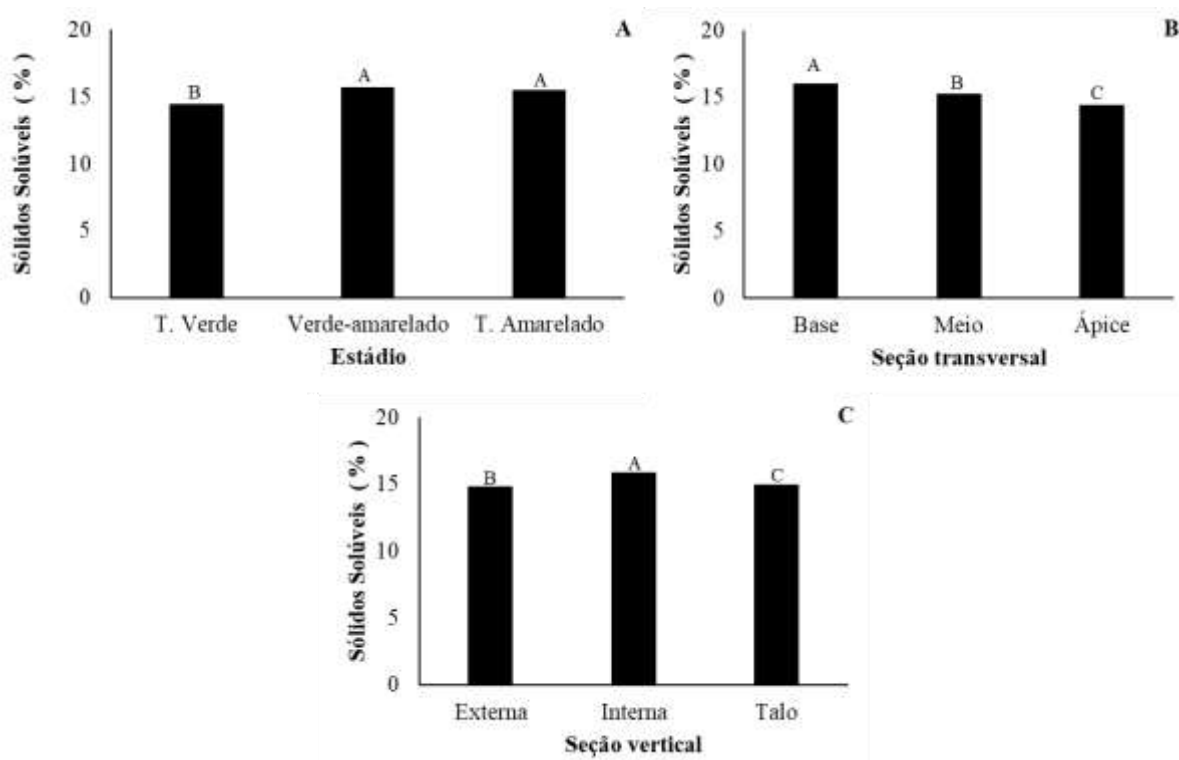


Figura 6. Sólidos Solúveis da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola.

Colunas com letra iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n = 4

A acidez titulável (AT) diminuiu durante a maturação (Figura 7A e B), com declínio de 36% do fruto totalmente verde para o totalmente amarelo. Frutos mais maduros apresentam maior atividade respiratória e, portanto, maior atividade do ciclo de Krebs, resultando em maior consumo de ácidos orgânicos (ETIENNE et al., 2015). Nas seções transversais, a AT diminui durante a maturação e também foi sempre menor nas seções da base, independentemente do estágio de maturação em decorrência da maior atividade respiratória (Figura 7B).

A acidez titulável das seções verticais próximas a casca (externa) e interno diminuíram com um declínio de 63,93% de ácido cítrico.100⁻¹ polpa com a evolução da maturação (Figura 7A). Na seção interna a maior média foi observada no estágio totalmente verde de 0,53 mg, sem diferença entre os estádios VA e TV. Os teores AT na região do talo não diferiram durante a maturação. Portanto, a AT diminui sua concentração da parte externa em direção ao talo verticalmente e da base em direção ao ápice caracterizando um gradiente de maturação, uma vez que, com o avanço da maturação o teor de ácidos orgânicos geralmente diminui, em

decorrência de seu uso como substratos da respiração e geração de ATP e/ou conversão em açúcares na gliconeogênese (CAMARA, 2011; LEE et al., 2010).

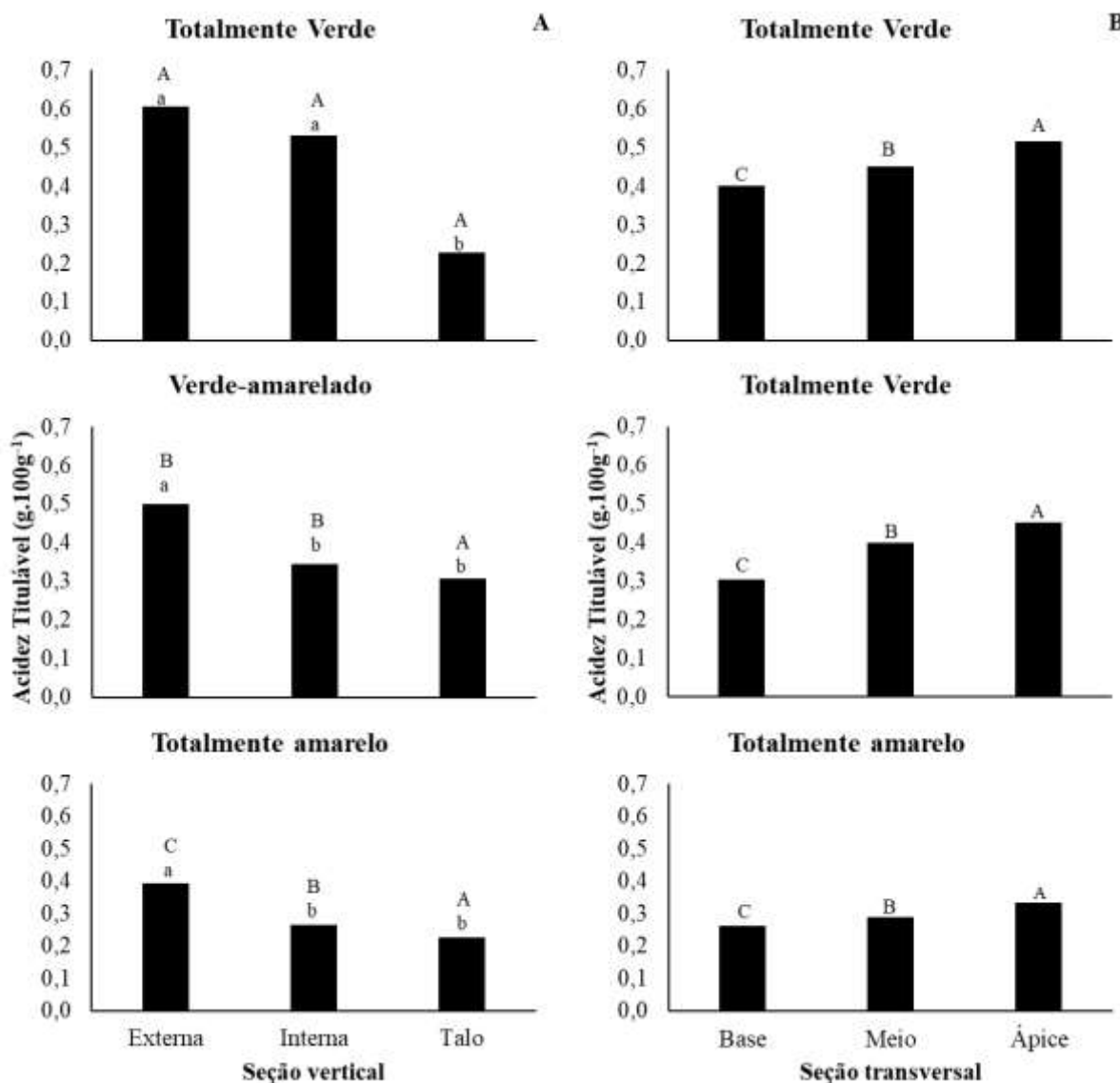


Figura 7. Acidez Titulável (g.ac. citrico.100g⁻¹) da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras iguais na seção vertical (estádio de maturação dentro de seção vertical), letras minúsculas iguais na seção vertical (seção vertical dentro de estádios) e letras minúsculas das seções transversais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n = 4

Antoniolli et al., (2005) reportou abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado com teores 0,89g 100g⁻¹ de ácido cítrico para o ápice, 0,76g 100g⁻¹ no meio e de 0,59g 100g⁻¹ para a base, indicando um gradiente de acidez, embora com teores mais elevados que aqui reportados.

Barreiro Neto et al. (2002) e Carvalho (2007) relataram teores de AT inferiores aos deste trabalho para abacaxi ‘Pérola’, de 0,45 e 0,44 (g.ac. citrico.100g⁻¹). Por sua vez, teores superiores de AT foram reportados por Bamidele e Fasogbon (2017) no suco de abacaxi ‘Pérola’ com acidez de 0,78 g em 100g de suco.

A acidez titulável muito baixa em abacaxi pode reduzir a sua qualidade, contribuindo para um sabor brando em frutos, característica indesejável para o mercado consumidor que aprecia níveis de acidez mais elevados (CUNHA, 2013).

As infrutescências exibiram maior relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) na seção vertical em direção ao talo, seguido pela porção interna, ambos aumentando com o avanço da maturação. A seção externa apresentou menor relação SS/AT entre as porções verticais e não diferindo entre os estádios. Para as seções transversais (Figura 6B) a relação SS/AT apresentou maiores valores na base com médias decrescentes em direção ao ápice, com o comportamento se mantendo o mesmo com a evolução da maturação.

As infrutescências exibiram maior relação SS/AT na seção vertical do talo, seguido pela seção interna, que aumentou como o avanço da maturação. A seção externa apresentou menor relação SS/AT entre as seções verticais e não diferiu entre os estádios de maturação (Figura 8A). No fruto totalmente amarelo, a relação SS/AT apresentou índices médios de 79, na base, 66 no meio e 52,7 no ápice, indicando frutos de elevada doçura (Figura 8B).

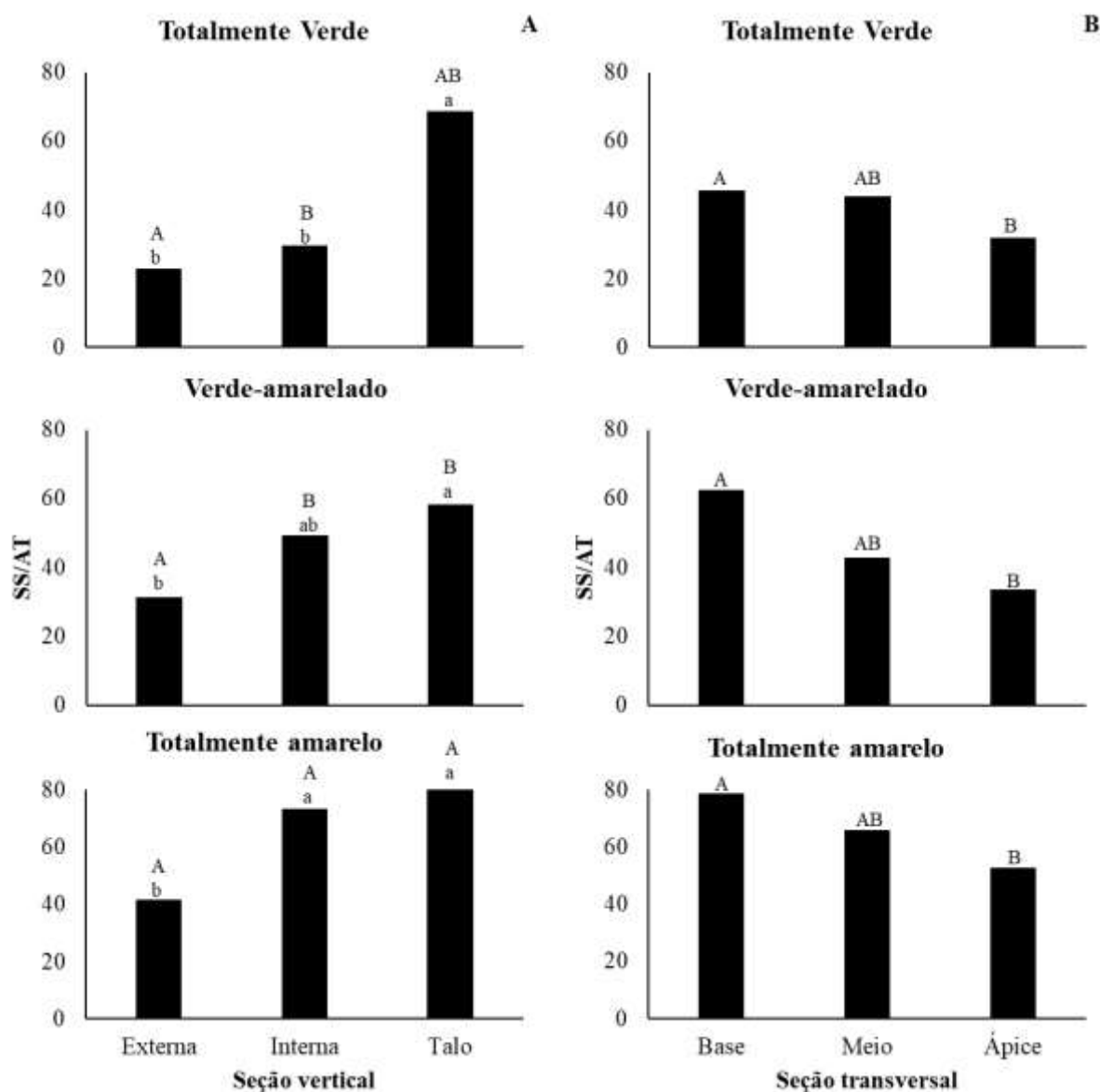


Figura 8. Relação SS/AT da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), Verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras iguais na seção vertical (estádio de maturação dentro de seção vertical), letras minúsculas iguais na seção vertical (seção vertical dentro de estádios) e letras minúsculas das seções transversais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $n = 4$

Comportamento contrário para relação SS/AT foi descrito por Renhardt et al., (2004), com redução da ponta para a base transversalmente, de 13,97 para 27,71, e comportamento similar da seção externa para o talo de 17,68 para 25,74, verticalmente, embora com valores bem inferiores aos aqui apresentados. Berilli et al. (2011), avaliando características sensoriais de diferentes cultivares de abacaxi, reportaram relação SS/AT de 22,17 para o abacaxi ‘Pérola’, também com valores inferiores aos deste trabalho para a cultivar Pérola.

Segundo Lobo e Yahia (2017) é recomendada relação de SS/AT entre 20 e 40 para o consumo fresco de abacaxi, porém índices mais altos tendem a ser mais bem aceitos pelo mercado. A relação SS/AT é considerada um dos principais fatores que influenciam na aceitabilidade dos consumidores, uma vez que representa o índice do sabor do fruto (JOOMWONG, 2006; SARADHAT e PAULL, 2007)

O pH das infrutescências de abacaxi TA foram superiores, quando comparado aos estádios TV e VA (Figura 9A). A seção transversal da base e o meio apresentaram pH superiores ao ápice (Figura 9B). Por sua vez, o pH talo foi mais elevado quando comparado aos demais cortes verticais (Figura 9C).

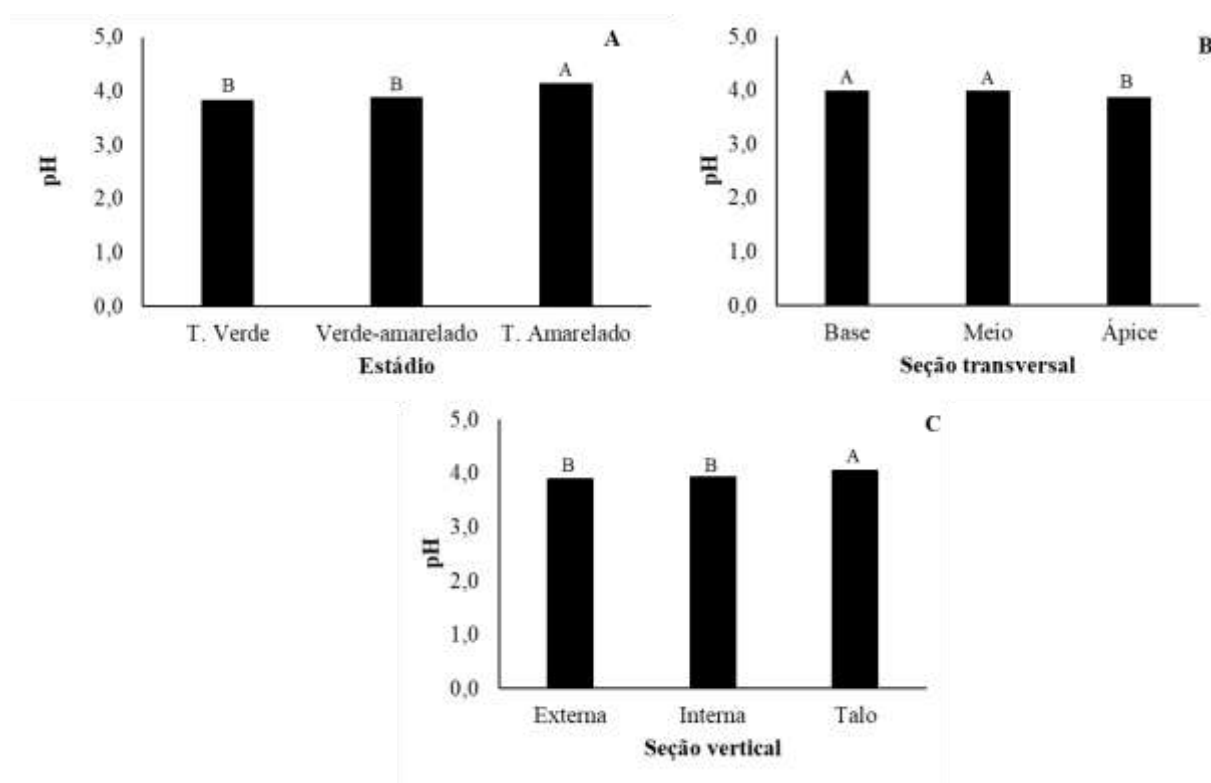


Figura 9. Valores do pH da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola.

Colunas com letra iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n =4.

Em infrutescência de abacaxi foram reportados pH próximos ao deste estudo por Carvalho (2007) de 4,00 na polpa do abacaxi Pérola, Andrade et al., (2013) com pHs superiores a 3,86 no ‘Vitória’ e Berilli et al., (2014) que reportaram pH de 3,8 para cultivar ‘Pérola’.

O conteúdo de ácido ascórbico (AA) diminuiu com a evolução da maturação nas seções verticais externa de 33,36 para 20,44 mg.100g⁻¹ de polpa, e interna, de 31,4 para 17,67 mg.100g⁻¹ de polpa (Figura 10A). A seção vertical talo, apresentou conteúdo de 14,73 mg.100g⁻¹ no estágio TV, seguido de aumento para 18,41 mg.100g⁻¹ no VA, e um declínio de 0,68 mg.100g⁻¹ de polpa no estágio TA. Nas seções transversais verificou-se um aumento na direção da região do ápice da infrutescência (Figura 10B), devida a maior atividade metabólica e maior potencial de oxiredução. Os conteúdos variaram entre os estádios de maturação de (TA) 15,35 a (TV) 27,57 mg.100g⁻¹ de polpa.

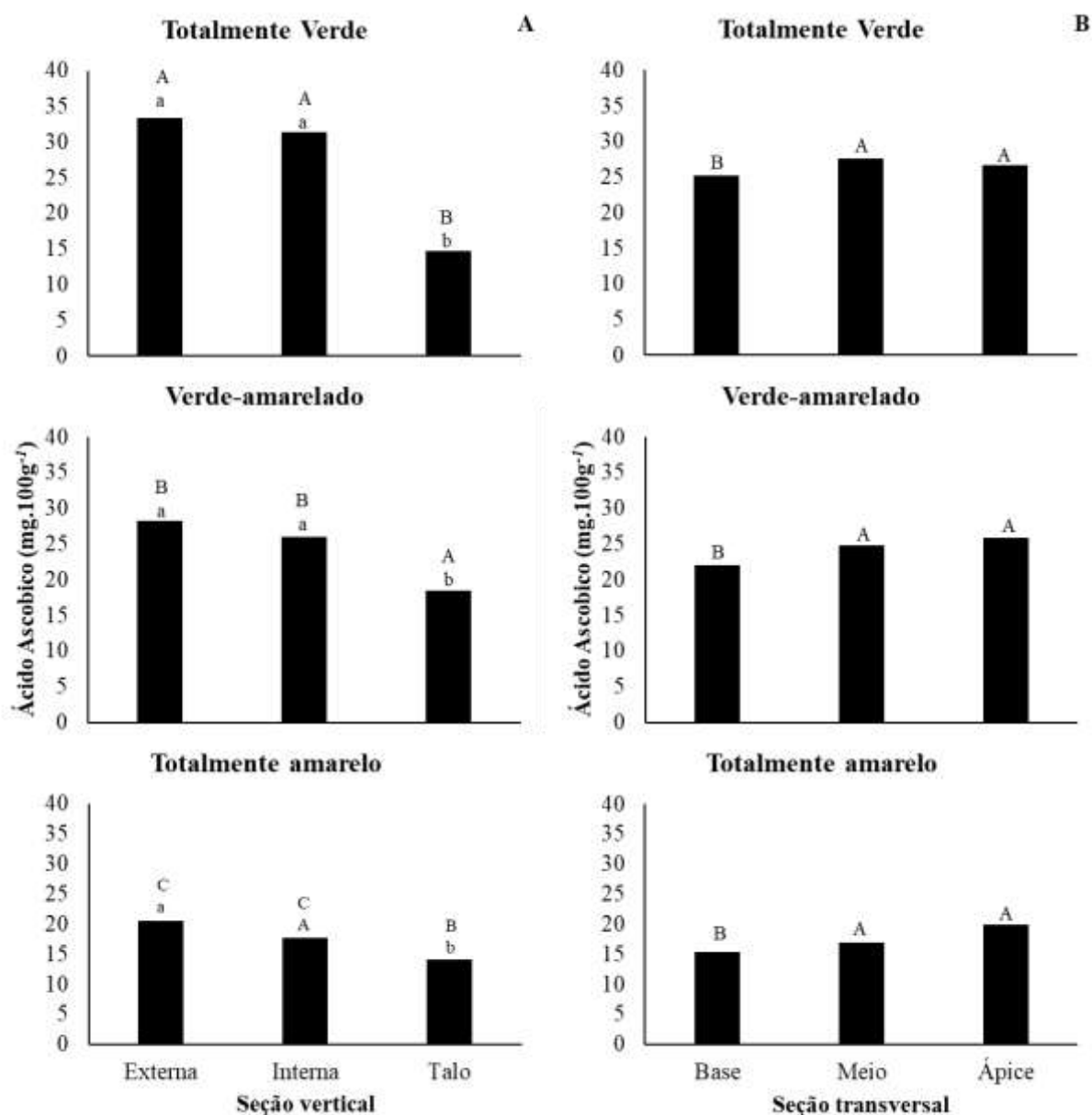


Figura 10. Conteúdo de ácido ascórbico (mg.100g^{-1}) da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras iguais na seção vertical (estádio de maturação dentro de seção vertical), letras minúsculas iguais na seção vertical (seção vertical dentro de estádios) e letras minúsculas das seções transversais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $n = 4$

Os conteúdos de AA foram superiores aos reportados por Reinhard et al., (2004) na seção transversal (base 15,67, meio 16,87 e ápice 20,31 mg.100g^{-1}), bem como nos estádios de maturação verdoso de 3,87 e colorido, de 13,44 mg de ácido ascórbico por 100g de polpa. Teores aproximados foram reportados por Andrade et al., (2013) em de abacaxi ‘Pérola’, com 29,61 mg.100g^{-1} . Viana et al. (2013) reportou AA de 16 mg.100g^{-1} para a cv. Vitória, 21

mg.100g⁻¹ para ‘Pérola’ e 15 mg.100g⁻¹ para ‘Smooth Cayenne’. O abacaxi não é propriamente rico em ácido ascórbico, entretanto, seus níveis podem variar em relação a alguns fatores como a cultivar, maturação e nutrição mineral (LIMA, 2011).

A firmeza diminui com o avanço da maturação, com valores variando de 39,84 (TV) a 14,37 N (VA) (Figura 11A), e de forma crescente no sentido da base em direção a coroa (figura 11B) com médias variando de 30,18 (ápice) a 19,44 N (base), porção com maior atividade metabólica. O declínio ocorre na maioria dos frutos, com o avanço da maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005) devido ao processo de degradação dos compostos da parede celular da infrutescência, resultando no amaciamento da polpa (SERPAS et al., 2014).

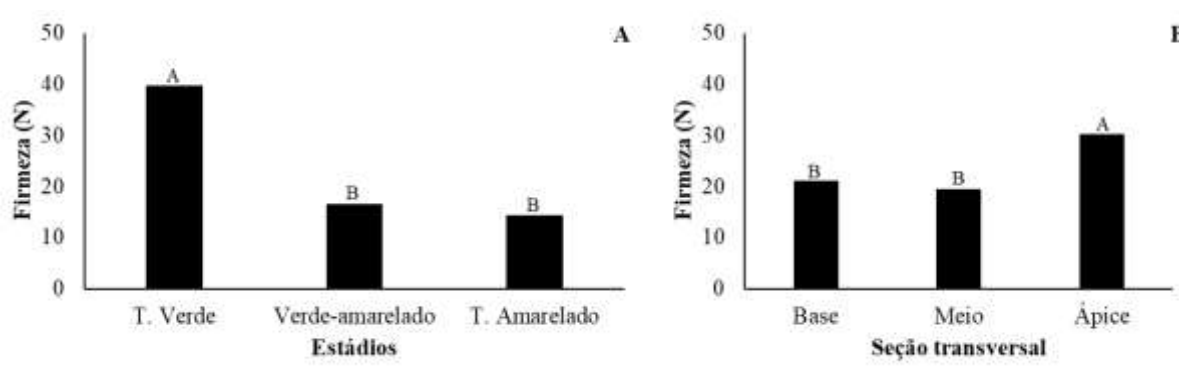


Figura 11. Firmesza (N) de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (A) e das seções transversais (B).

Colunas com letra iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n =4.

Sanches et al., (2016) reportou que aos 10 dias de armazenamento a infrutescência do abacaxizeiro ‘Pérola’ pode perder aproximadamente 10N em relação a firmeza inicial. De acordo com Andrade et al. (2013) o abacaxi da cultivar ‘Pérola’ na maturidade comercial apresenta firmeza de 28,29 N.

O parâmetro L^* , não deferiu entre as seções verticais de infrutescências do estágio totalmente verde (Figura 12A) variando de 63 a 61,25. Entretanto, com o avanço da maturação o estágio VA apresentou menores médias de L^* com um maior valor no talo. As seções verticais externas e talo, tiveram L^* diminuído ao longo da maturação, com médias de 51,27 e 55,78 no estágio TA. A seção mais centralizada verticalmente na infrutescência, o talo, apresentou medias elevadas no estágio TV, não diferindo dos estádios VA e TA. Esta estabilização da luminosidade na seção vertical interna, provavelmente pode estar associado a maior translucidez, que se inicia nesta região (LUENGWILAI et al., 2016).

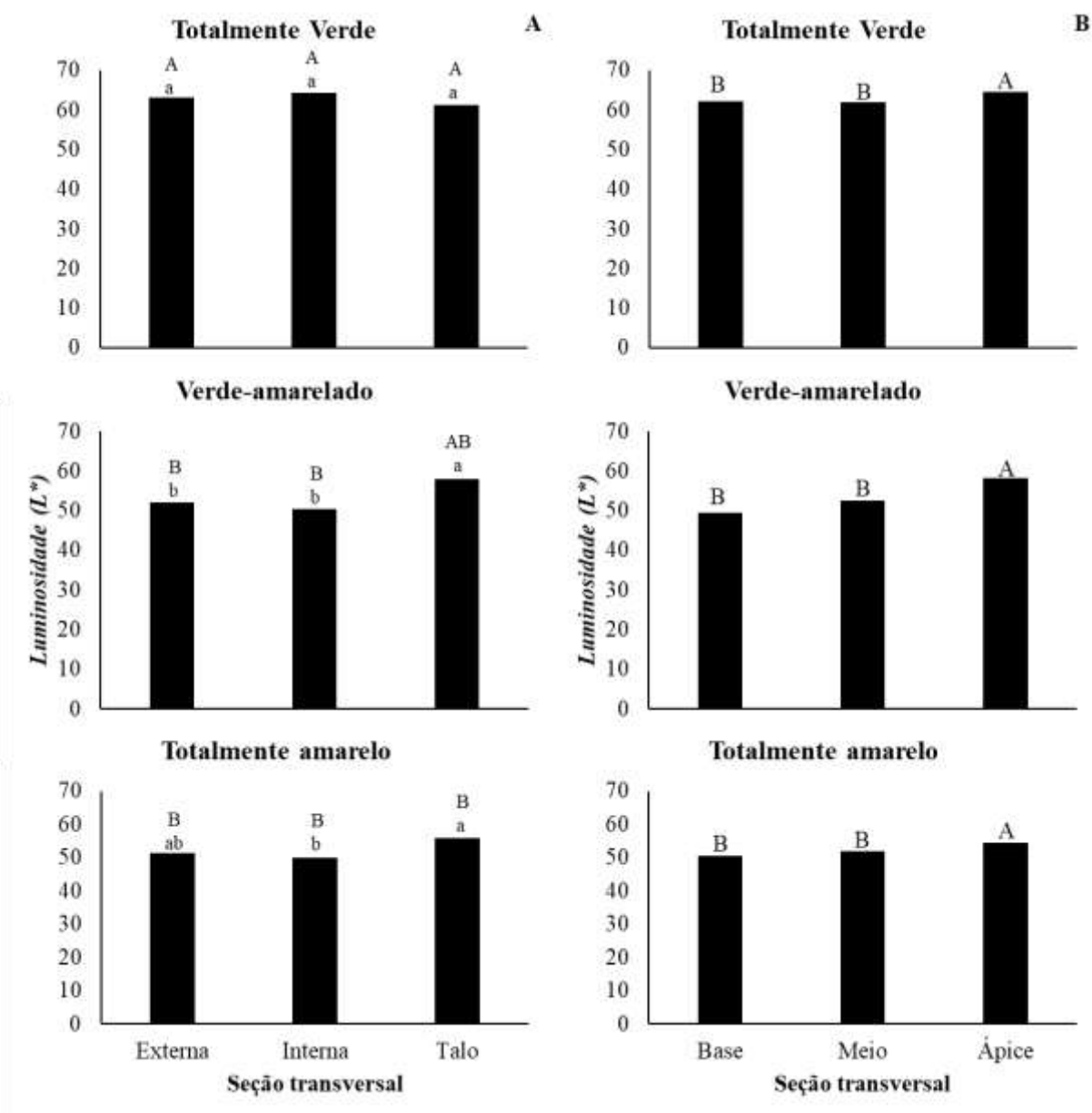


Figura 12. Parâmetro L^* (*luminosidade*) da polpa das seções verticais (A) e transversais (B) nas infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras iguais na seção vertical (estádio de maturação dentro de seção vertical), letras minúsculas iguais na seção vertical (seção vertical dentro de estádios) e letras minúsculas das seções transversais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $n = 4$

A luminosidade das seções transversais não deferiu entre os estádios de maturação. Entretanto, as seções transversais base e meio deferiram do ápice (Figura 12B) com o valor de L^* de 50,61 (base) e de 54,56 (ápice) no estágio TA. Martins et al., (2012) em abacaxis ‘Pérola’ reportou que a luminosidade da polpa de abacaxi aumentou gradativamente de 44,5 para 55,5 durante o armazenamento aproximadamente. Andrade et al., (2013) reportou valores próximos

aos deste trabalho semelhantes para a mesma cultivar de 46,08 e para a cultivar ‘Vitória’ de 56,07.

O parâmetro a^* , que avalia a transição da cor verde para a cor vermelha (mudança de $-a^*$ para $+a^*$), apresentou valores na polpa das infrutescências próximos nas seções verticais externa e interna com o avanço da maturação variando de 0,7 a 1,06. Estes valores deferiram do a^* do talo, que aumentou gradativamente com avanço da maturação, do TV (1,63) até o TA (2,30) (Figura 13), caracterizando a evolução da coloração da polpa de menos pigmentada para mais pigmentada com a maturação.

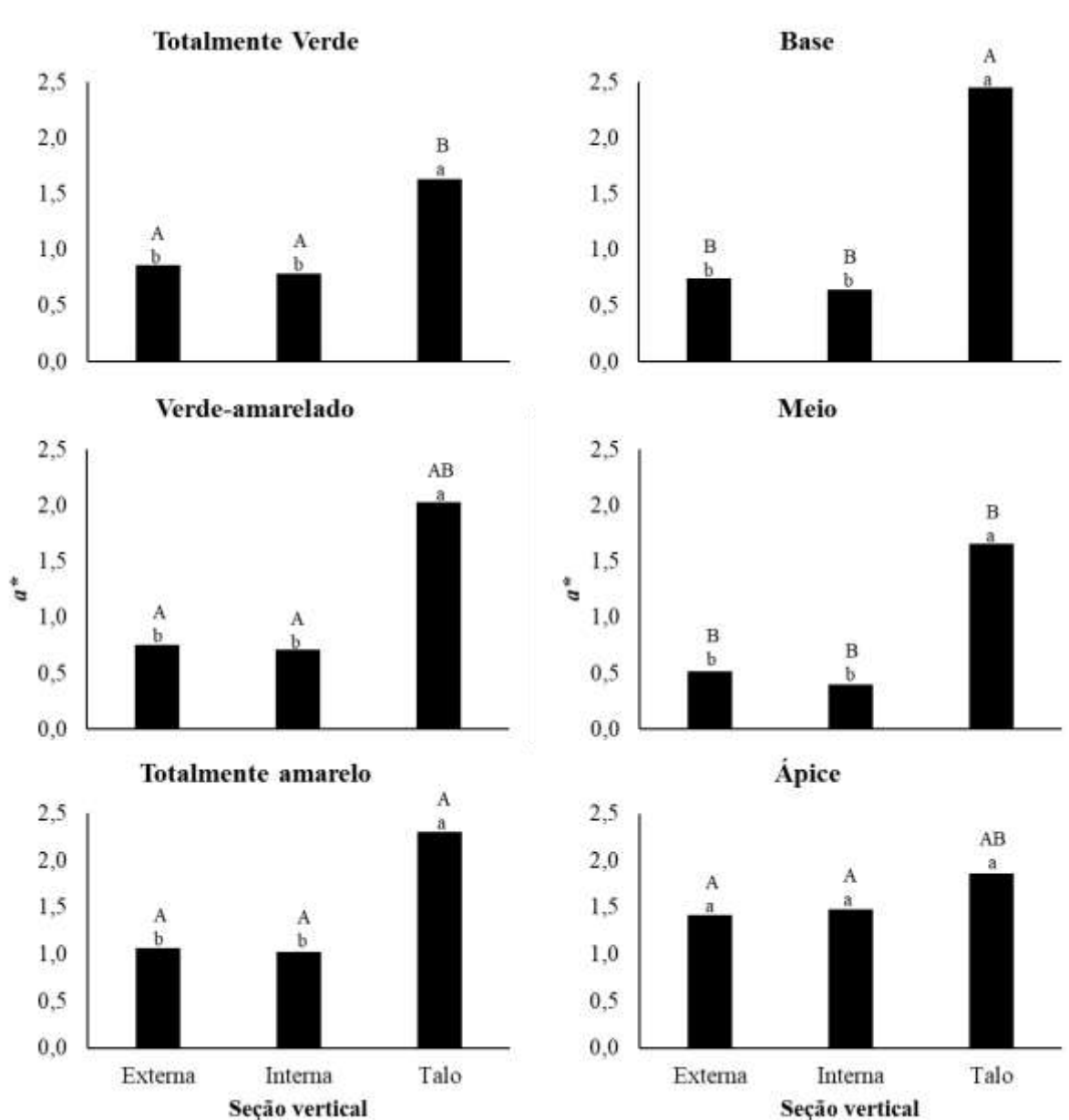


Figura 13. Parâmetro a^* da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de

maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras iguais na seção vertical (estádio de maturação dentro de seção vertical), letras minúsculas iguais na seção vertical (seção vertical dentro de estádios) e letras minúsculas das seções transversais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $n = 4$

As seções verticais externas e internas apresentaram médias próximas nas seções transversais. O talo por sua vez, com maiores valores de a^* na seção transversal da base (2,46) decrescendo do ápice (1,86) para o meio (1,66). Valores superiores de a^* para infrutescência inteira foram reportados por Andrade et al., (2013) para abacaxi ‘Vitória’ (2,86), Martines et al., (2012) ‘Pérola’ (0,5) e por Nadzirah et al., (2013) nas seções da base (-0,67 a 5,82), meio (-0,77 a 4,45) e ápice (-0,31, -4,87).

Os valores de b^* , que expressam a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$), de modo que quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada a cor, os estádios de maturação não diferiram nas seções verticais externa e interna, com médias variando de 23,72 a 25,77 (Figura 14). Entretanto diferiram no talo, nos estádios TV (29,95) para o VA (33, 93), não deferindo no estádio TA. Os valores de b^* das seções verticais externas e internas não diferiram nas seções transversais, variando de 22,77 a 25,44. O talo apresentou maiores médias do parâmetro b^* na seção da base (35,4) com declínio no meio (31,54), sem deferir do ápice (29,85).

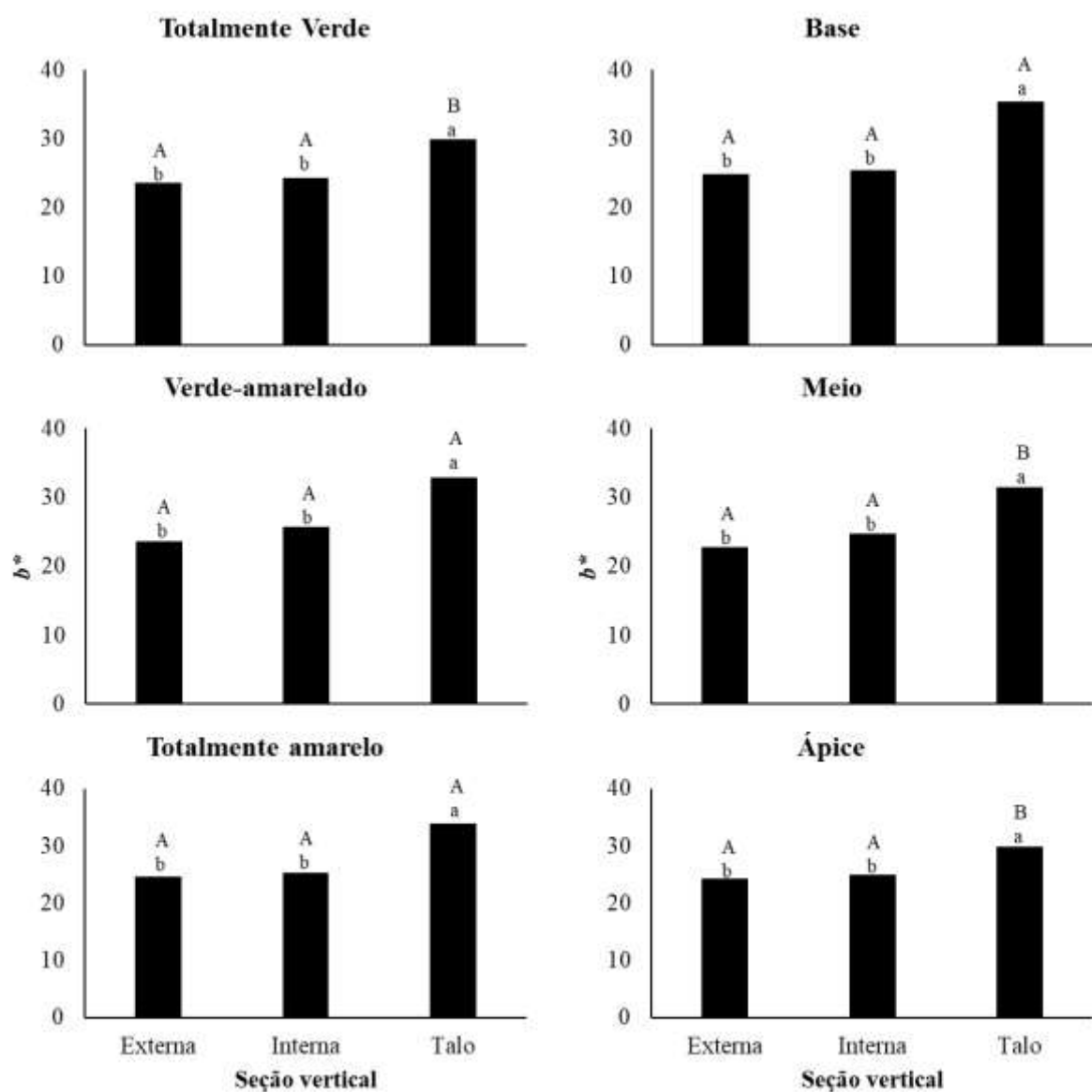


Figura 14. Parâmetro b^* da polpa de nas seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, “Pérola”, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras iguais na seção vertical (estádio de maturação dentro de seção vertical), letras minúsculas iguais na seção transversal (seção transversal dentro de estádios) e letras minúsculas das seções transversais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $n = 4$

Resultados inferiores de b^* foram reportados por Andrade et al., (2013) em abacaxi ‘Pérola’ com média de 14,13, e por Martins et al., (2012) com média de 21,02 nesta cultivar. Estes resultados indicam a completa mudança da cor para o tom amarelo mais intenso, como indicativo de que a síntese de carotenoides na polpa do abacaxi é resultado da maturação (CARVALHO, 1999) e que evoluem da base para o ápice da infrutescência. De acordo com

Hotegni et al. (2014), a coloração da polpa do abacaxi é um dos atributos de qualidade mais valorizado na comercialização.

A variabilidade dos parâmetros de cor na polpa do abacaxi ocorre devido este ser composto por vários frutinhos, e que individualmente apresentam vários tipos de tecido (LUENGWILAI et al., 2016). Além disso, o padrão de maturação do abacaxi começa a partir dos frutinhos da base da infrutescência se modificando até a coroa em um processo gradativo (RENHARDT et al., 2004), havendo frutinhos de diferentes estádios de maturação ao longo da infrutescência (PAULL E CHEN, 2003). Devido a estas características a cor da polpa não é uniforme, como bem caracterizado neste trabalho.

O conteúdo de flavonoides amarelos na polpa de abacaxi ‘Pérola’ foi maior em infrutescências no estágio TA de $0,28 \text{ mg.100g}^{-1}$, não diferindo nos estádios TV ($0,19 \text{ mg.100g}^{-1}$) e VA ($0,18 \text{ mg.100g}^{-1}$) (Figura 15A). Nas seções, o conteúdo de flavonoides não deferiu entre transversais e verticais (Figura 14 B e C). Entretanto é possível identificar um declínio na seção externa em direção ao talo com teores variando de 0,25 a 0,21 mg de flavonoides para cada 100g de polpa (Figura B), e transversalmente da base em direção ao ápice de 0,24 a 0,22 (mg.100g⁻¹) (Figura C).

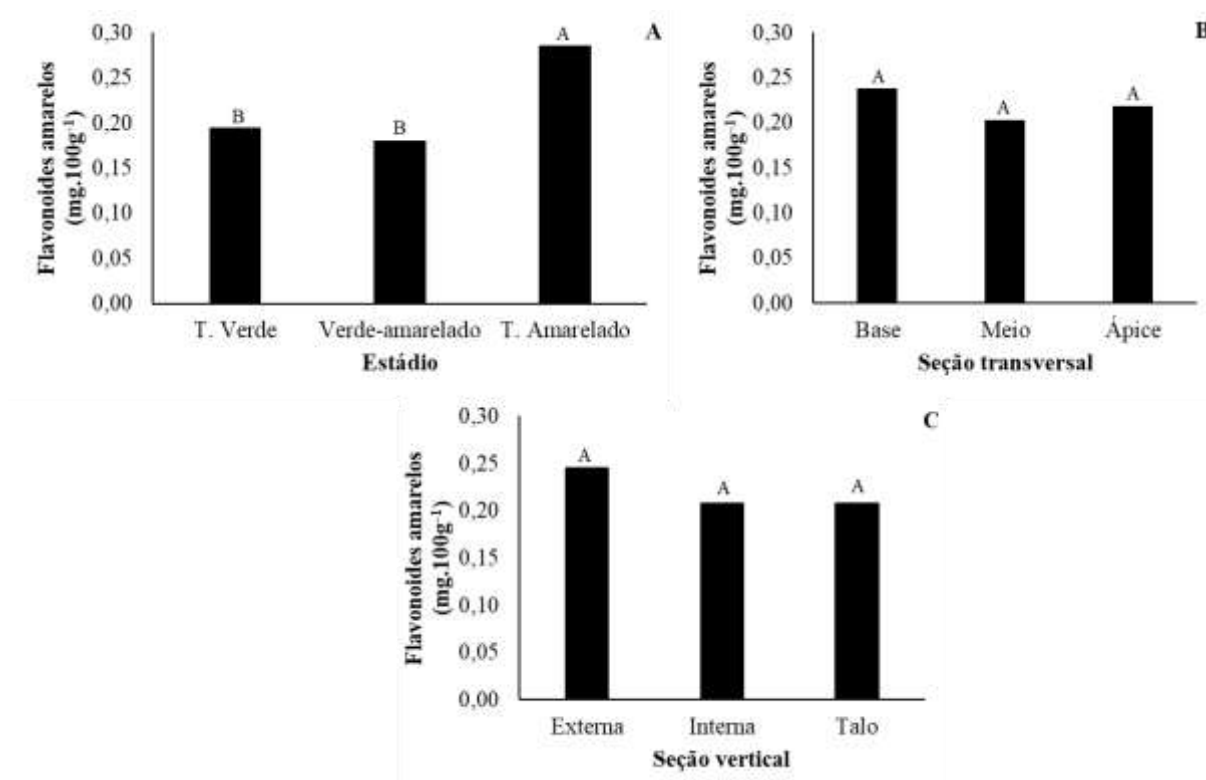


Figura 15. Teor de flavonoides amarelos (mg.100g⁻¹) da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-

amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola.

Colunas com letra iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n =4.

Os teores de flavonoide neste trabalho foram inferiores aos reportados por Dantas (2014) de 0,19 a 0,52 mg.100g⁻¹ de massa fresca de abacaxi ‘Vitória’. Estes teores também foram inferiores aos de Hossain e Rahman (2011) e abacaxis cultivados na Índia. De acordo com Liu et al., (2012) o conteúdo de flavonoides e compostos bioativos que possuem a capacidade de reduzir a formação de radicais livres e eliminar os radicais livres.

As diferentes porções das infrutescências deferiram quanto aos teores de açúcares solúveis totais (AST), com interação tripla entre os fatores avaliados (Figura 16). Os conteúdos de AST aumentaram com a evolução da maturação, decaindo gradativamente a partir do estágio TA.

Observou-se um acréscimo nos teores de AST no estágio TV, que ocorreu do talo em direção a seção externa, dentro das seções base e meio, com comportamento reverso no ápice. Entretanto em abacaxis do estágio de maturação VA, os gradientes se inverteram em todas as seções transversais, devido a evolução da maturação e a maior atividade da base.

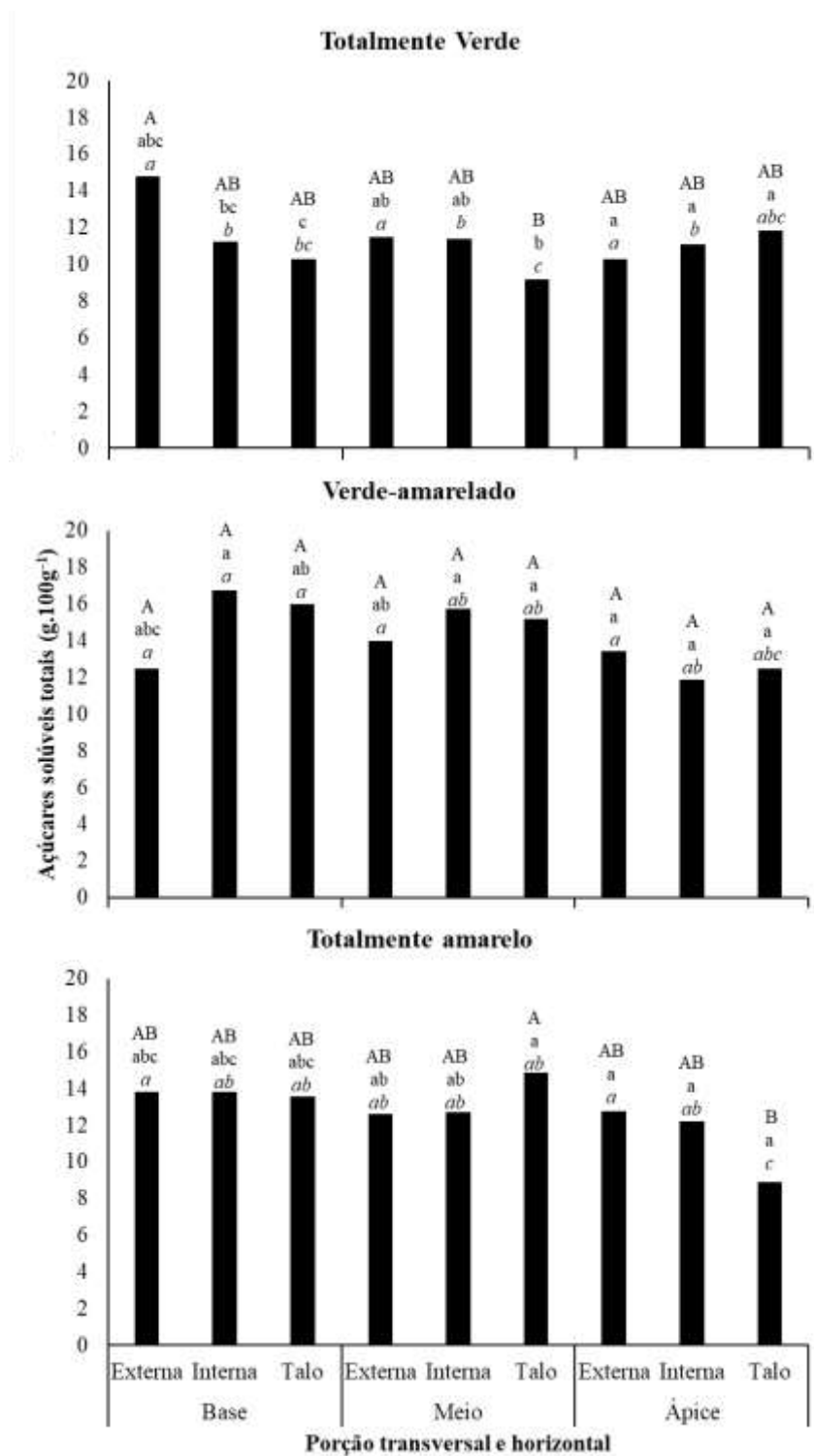


Figura 16. Açúcares solúveis totais - AST (g.100 g⁻¹) da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras maiúsculas iguais na seção vertical dentro dos estádios de maturação, minúsculas na seção transversal e as minúsculas em *itálico* na seção vertical dentro dos estádios de maturação e nas colunas das seções verticais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n=4

Abacaxis do estágio de maturação TA apresentaram teores de AST que deferiram na da base (18,30g.100g⁻¹) e no meio com aumento gradativo da parte externa em direção ao talo, com teores observados variando de 12,6 a 14,87g.100g⁻¹. No ápice ocorreu um decréscimo de dos AST da seção externa em direção ao talo, com valores de 12,76 a 8,9 g por 100g de polpa.

De acordo com Lima (2016) os teores de AST variaram de 8,52 a 11,84 g.100 g⁻¹ na polpa de infrutescências de abacaxizeiro ‘Pérola’. Viana et al. (2013) reportaram teores aproximado em abacaxi ‘Vitória’, de 10 g.100g⁻¹ e Thé et al. (2010) de 8,86 g.100g⁻¹ para AST em Smooth Cayenne, reportaram.

O conteúdo de açúcares redutores (AR) não deferiu entre seções transversais e verticais e entre os estádios de maturação. Entretanto, o estágio TV foi 8,68% menor que o VA, e 6,54% menor que o estágio TA (Figura 17A). Os teores de AR apresentaram um gradiente na seção transversal base de 18,82% de declino até o ápice (Figura 17B) influenciado por uma maior atividade respiratória da base. A seção vertical interna apresentou AR de 4,42 g.100g⁻¹ (Figura 17C). Teores próximos de AR foram reportados por Viana et al. (2013) em abacaxi ‘Vitória’ de 3,0 g.100g⁻¹, Dantas (2014) 4,5 3,0 g.100g⁻¹ em abacaxi ‘Vitória’ e Thé et al. (2010) 3,23 g. 100g⁻¹ para abacaxi ‘Pérola’.

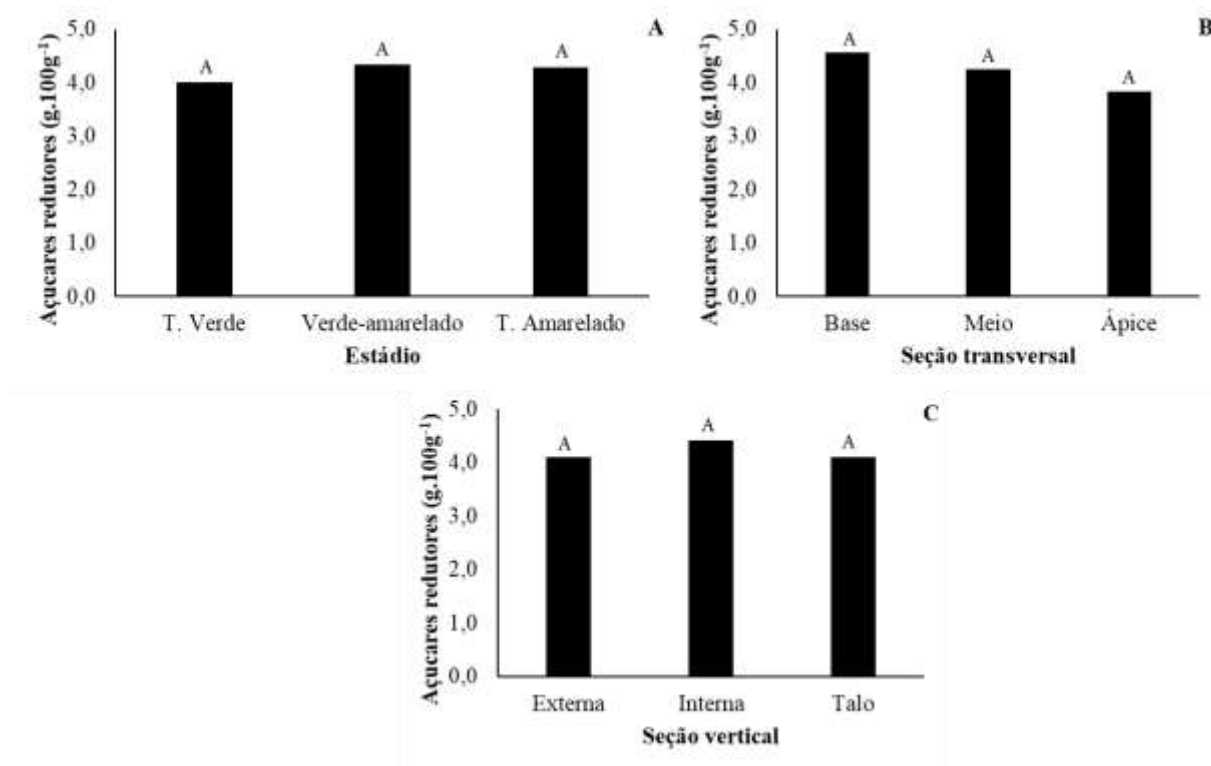


Figura 17. Açúcares redutores - AR (g. glicose.100 g⁻¹) da polpa das seções verticais (A), transversais (B) e nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (C) em infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola.

Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n = 4.

O teor de açúcares não redutores (ANR) apresentou interação tripla entre os estádios de maturação e as seções verticais e transversais (Figura 18). Os teores de ANR foram bem superiores aos de AR, com maiores teores na seção externa da base. Os teores de ANR aumentaram ao longo da maturação, decrescendo no talo do estádio TA. Em abacaxis no estádio TV o teor de ANR diminuiu do talo em direção a seção externa do corte vertical, e dentro das seções transversais na base e meio, com comportamento reverso ao do ápice.

Em abacaxis do estádio de maturação VA os gradientes observados anteriormente se invertem nas seções transversais, devido a evolução da maturação da base para o ápice nas infrutescências. O estádio de maturação TA teores na base, seções externas ($18,30\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e talo ($8,7\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$). Na seção transversal do meio, observou-se um aumento gradativo da parte externa em direção ao talo, com teores entre de $8,75$ a $9,71\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$. No ápice, com redução da concentração na seção externa em direção ao talo, com valores de $9,23$ a $5,14$ g por 100g de polpa.

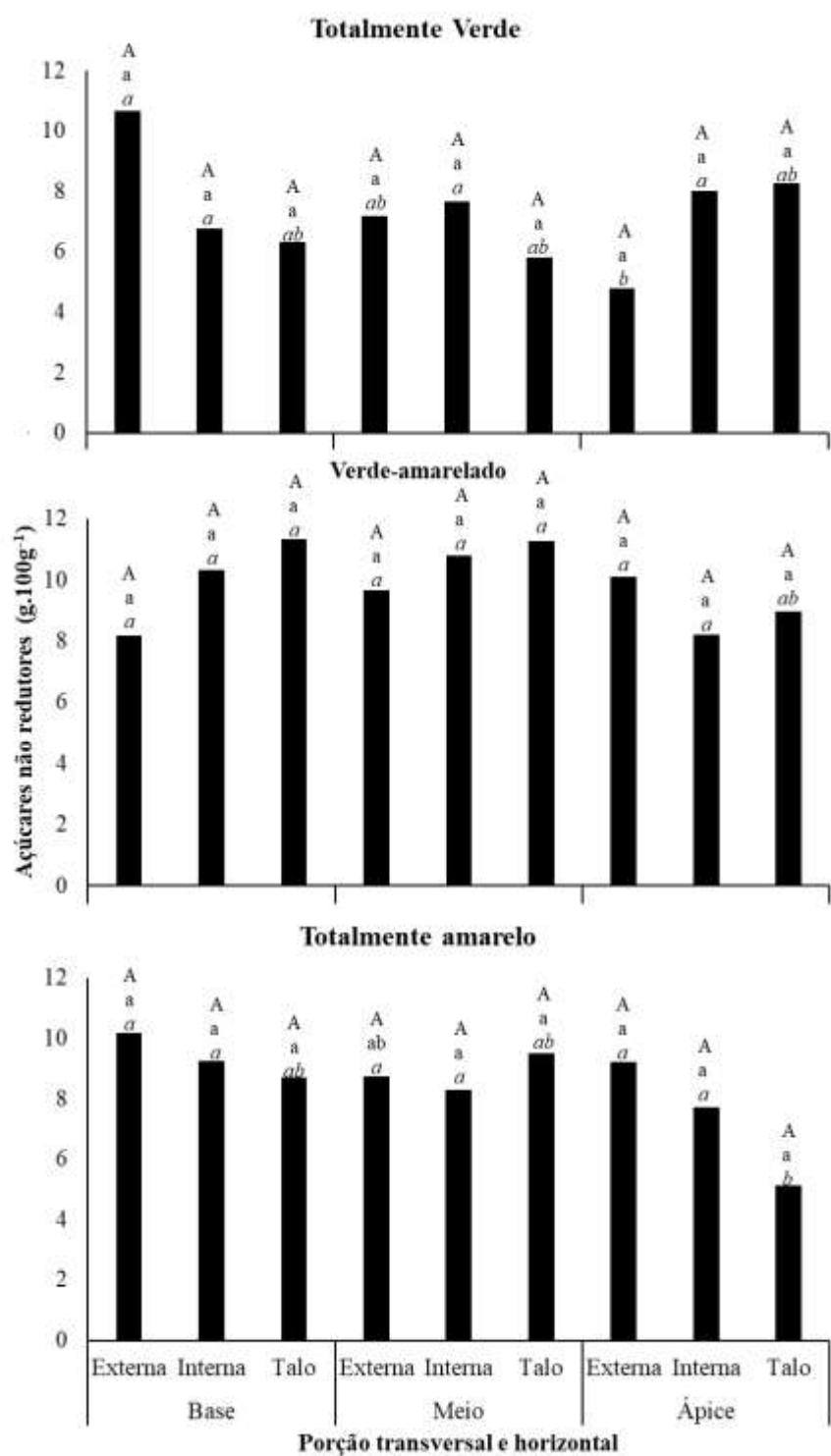


Figura 18. Açúcares não redutores - ANR (g.100g⁻¹) da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, 'Pérola', nos estádios de maturação totalmente verde (TV), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras maiúsculas comparam seção vertical dentro do estágio de maturação, as letras minúsculas comparam a seção transversal dentro do estágio de maturação, e as letras *minúsculas em itálico* comparam seção transversal dentro de seção vertical. Colunas com médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n=4

De acordo com Lima et al. (2016) os teores de açúcares não redutores podem variar de 5,64 e 4,78 g.100 g⁻¹ em abacaxi ‘Pérola’, como também aqui observado. Em abacaxi ‘Vitória’, Dantas et al. (2015) relataram teores de açúcares não redutores variando de 5,29 a 1,34 g.100 g⁻¹.

A translucidez evolui com a maturação (Figura 19A) deferindo da seção transversal da base (25 a 50%) para o ápice (37,5%) como resultado de maior atividade metabólica desta seção da infrutescência cuja maturação ocorre primeiro (Figura 19B). Martins et al. (2012) avaliaram a conservação pós-colheita de abacaxi Pérola reportaram aumento no percentual de translucidez durante a maturação.

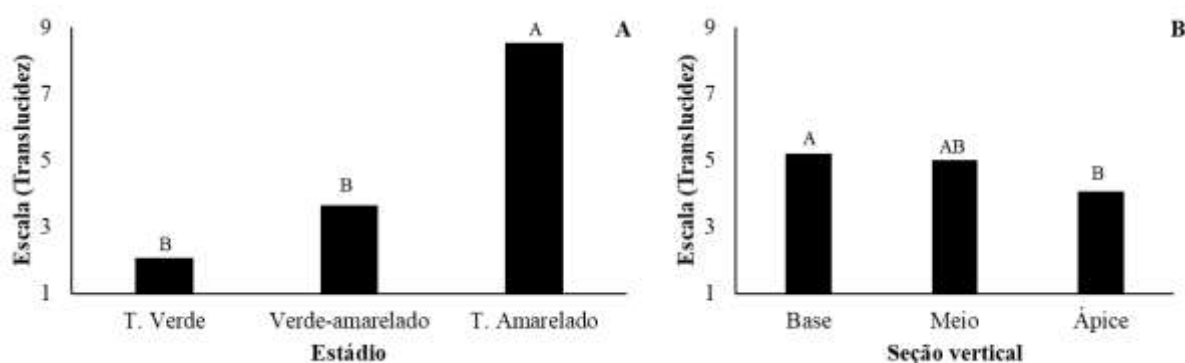


Figura 19. Avaliação sensorial da incidência da translucidez na polpa de seções transversais (A) de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (B). Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n = 4.

A incidência da translucidez na polpa do abacaxi avaliada através do processamento de imagem digital (Figura 20A e B), mostrou que entres os estádios de maturação, observou-se clara evolução durante a maturação, corroborando com os resultados de análise sensorial. Na seção transversal a área translúcida aumentou 18,61% da base em direção ao ápice, bem como pode-se observar diferenças entre todas as seções transversais, mostrando assim maior sensibilidade deste método quando comparados ao das análises sensoriais.

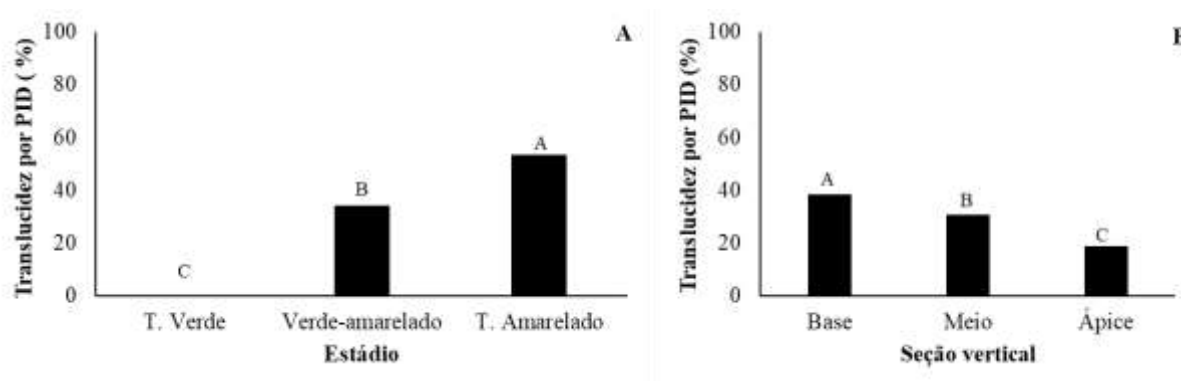


Figura 20. Incidência da translucidez por Processamento de Imagem Digital (PID) na polpa de seções transversais (A) de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA) (B). Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. n = 4

De acordo com Chen e Paull (2001), a maior severidade de translucidez em abacaxi e está associada às alterações na permeabilidade da membrana, que é favorecida por um aumento da temperatura no último estágio de maturação, em decorrência da maior atividade metabólica estando, segundo Lobo e Yahia (2017) associada a maturação da infrutescência.

Segundo Lima et al. (2016), o PID pode determinar a translucidez do abacaxi 'Pérola' são mais práticos e acurado do que análise sensoriais, sendo uma ferramenta capaz de substituindo o trabalho humano, devido ao sistema computacional de visão teor o potencial de aumentar a precisão e ser mais barato (QUEVEDO et al., 2010).

A atividade da peroxidase (POD) apresentou interação tripla entre os fatores avaliados, com as seções verticais apresentando alta atividade no estágio TV decrescendo com o avanço da maturação. A seção transversal da base, na região do talo, apresentou aumento gradativo da atividade da POD 161,54 no estágio TV, 163,82 no VA e 225 U.g⁻¹ mim⁻¹ no estágio TA.

A POD está associada ao escurecimento da polpa do abacaxi (NICOLAS et al., 1994 apud ZORZAL, 2017) que se antecede pela translucidez da polpa (LUENGWILAI et al., 2016.). Portanto, o aumento da atividade da POD está relacionado ao índice de translucidez que funciona como fenômeno de transição para o escurecimento, que quando estabelecido no estágio TA reduzem a atividade da POD.

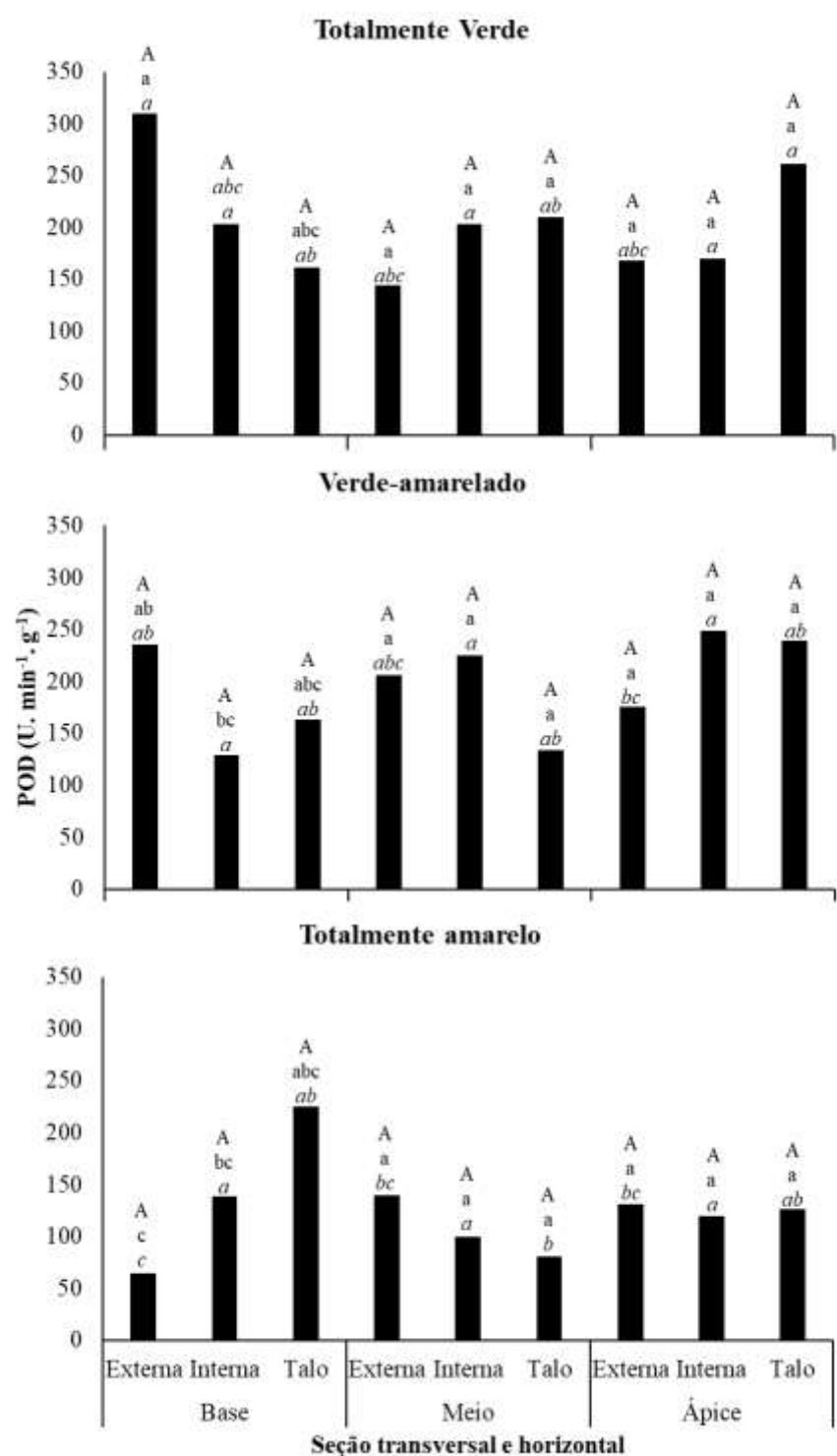


Figura 21. Atividade das enzimas peroxidase (POD) ($\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) da polpa de seções verticais e transversais de infrutescências de abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *Comosus*) cv, Pérola, nos estádios de maturação totalmente verde (VT), verde-amarelado (VA) e totalmente amarelo (TA).

Letras maiúsculas comparam seção vertical dentro do estágio de maturação, as letras minúsculas comparam a seção transversal dentro do estágio de maturação, e as letras *minúsculas em itálico* comparam seção transversal dentro de seção vertical. Colunas com médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $n=4$

6. CONCLUSÕES

A taxa respiratória é maior em frutos dos estádios TA e VA com padrão respiratório não climatérico típico durante a evolução da maturação.

A concentração interna de CO₂ nas infrutescências do abacaxi 'Pérola' é maior na seção transversal da base decrescendo gradativamente até o ápice, sem presença de variações bruscas ao longo da maturação. Este método mostrou que a respiração na infrutescência inteira não representa o que de fato ocorre em seus frutinhos, pois as seções transversais diferem entre si quanto a concentrações de CO₂.

Os teores de sólidos solúveis e ácido ascórbico diminuíram do ápice para a base como também houve um aumento da acidez titulável, relação SS/AT e do teor de açúcares do ápice para a base.

A translucidez aumentou com avanço da maturação em abacaxi 'Pérola' com maiores na base das infrutescências, desordem também claramente mostrado por processamento de imagem digital.

A atividade enzimática da POD também é superior na base, sendo mais elevada na seção externa, diminuindo com a evolução da maturação.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, K.; CLEMENTE, E. Estudo da termo estabilidade de peroxidases extraídas da polpa e casca de mexerica (*Citrus deliciosa*). **Acta Scientiarum**. v. 2, p. 201-205, 1998.

AMODIO, M.L., DEROSI, A., MASTRANDREA, L., MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, G.B., COLELLI, G. The use of multivariate analysis as a method for obtaining a more reliable shelf life estimation of fresh-cut produce: a study on pineapple. **Acta Horticulturae** (ISHS), 1141:131–136. 2016.

ANDRADE, M.G.; SILVA, S.M.; SOARES, L.G.; LIMA, R.P.; SOUZA, A.S.B.; MELO, R.S. Aspectos de qualidade de infrutescência dos abacaxizeiros “Pérola” e “Vitória”. **AGROTEC Revista Agropecuária Técnica**. V.36, n.1, p. 96-102, 2015.

ANTONIOLLI, L. R. et al. Influence of the position and cut shape in the sensorial preference of fresh-cut 'Pérola' pineapple. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 511-513, 2005.

ARAÚJO, J. M. A. **Química dos alimentos**. Viçosa, MG: UFV, 1999.

AVILA, F., MORA, M., OYARCE, M., ZUÑIGA, A., AND FREDES, C. A method to construct fruit maturity color scales based on support machines for regression: application to olives and grape seeds. **J. Food Eng.** 162, 9–17. 2015.

BAMIDELE, O. P.; FASOGBON, M. B. Chemical and antioxidant properties of snake tomato (*Trichosanthes cucumerina*) juice and Pineapple (*Ananas comosus*) juice blends and their changes during storage. **Food Chemical**, v. 220, p. 184-189, 2017.

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J. T.; CHOARY, S. A.; OLIVEIRA, E. F.; CARVALHO, R. A.; FRANCO, C. F. O. Teste de novos híbridos de abacaxizeiro visando à agricultura familiar. In: **Abacaxi: da agricultura familiar ao agronegócio**. João Pessoa: Emepa-PB, 2002. p. 37-45.

Beaudry, R.M., Paz, N., Black, C.C. and Kays, S.J. Banana ripening: Implication of changes in internal ethylene and CO₂ concentrations, pulp fructose 2,6-bisphosphate concentration and activity of some glycolytic enzymes. **Plant Physiology**, 85, 277–282.1987.

BERILLI, S.S.; BERILLI, A. P. C. G.; FREITAS, S. J.; SANTOS, P. C.; ALMEIDA, S. B.; CARVALHO, A. J. C. Avaliação sensorial dos frutos de cultivares de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, E- 592-598, 2011.

BERILLI, S.S.; FREITAS, S. J.; SANTOS, P. C.; OLIVEIRA, J. G.; CAETANO, L. C. S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n.2, p. 503-508, 2014.

BRITO, C. A. K. et al. Biochemical characteristics peroxidase from pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill): cultivar IAC gomo-de-mel and clone IAC-1. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 244-2498, 2005.

BROETTO, F. Métodos de trabalho em bioquímica vegetal e tecnologia de enzimas. **Coordenador: Fernando Broetto-Botucatu: IBB, Cultura. Acadêmica**, 2014.

CAMARA, F.M., 2011. Características qualitativas do abacaxi “Smooth Cayenne” comercializado na CEAGESP. **Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos)** - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, ESALQ-USP, Piracicaba, 178p, 2011.

CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. da L. Metodologia para Determinação de Peroxidase e da Polifenoloxidase em Plantas. **Comunicado Técnico EMBRAPA**, 87, Pelotas, RS, p. 1-3, abril, 2003.

CARVALHO, E. A. Caracterização de pectinases obtidas dos resíduos industriais da polpa do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) cv. Pérola. 2007. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 2007.

CHEN, C. C., e PAULL, R. E. Sugar metabolism and pineapple fruit translucency. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 125, 558–562. 2000.

CHERIAN, S., FIGUEROA, C.R., NAIR, H., ‘Movers and shakers’ in the regulation of fruit ripening: a cross-dissection of climacteric versus non-climacteric fruit. **J. Exp. Bot.** 65, 4705–4722. 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2º ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; LEAL, F. Morphology, anatomy and taxonomy. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Ed.) **The pineapple: botany, production and uses**. New York: CAB International, 2003. p.13-32.

CQH (Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP). **Programa brasileiro para a modernização da horticultura. Normas de Classificação do Abacaxi**. São Paulo: CEAGESP, 2003

CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: CUNHA, G.A.P. da; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S. (Org.) **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.17-51.

CUNHA, T. J., 2013. Qualidade dos frutos de sete genótipos de abacaxizeiro. **Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)** – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2013.

DANTAS, A. L Caracterização química e bioquímica sob adubação nitrogenada e propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias em cultivares de abacaxizeiro. Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2014, 106p. **(Doutorado em Agronomia)**. Orientador: Profa. Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

DANTAS, A. L. ; SILVA, S. M. ; DANTAS, R. L. ; PEREIRA, W. E. ; LIMA, R. P. ; MENDONÇA, R. M. N. ; SANTOS, D. Influence of combined sources of nitrogen fertilization on quality of cv. Vitória pineapple. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 3814-3824, 2015.

Etienne, A., Génard, M., and Bugaud, C. **A process-based model of TCA cycle functioning to analyze citrate accumulation in pre- and post-harvest fruits**. 2015.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. Crops database. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> >. Online. Acesso em: 27 de dezembro 2017.

FASSINOU HOTEgni, V.N., LOMMEN, W.J., AGBOSSOU, E.K., AND STRUIK, P.C. Heterogeneity in pineapple fruit quality results from plant heterogeneity at flower induction. **Front. Plant Sci.** 5, 670. 2014.

FERREIRA, C. D. S. et al. INFLUÊNCIA DO USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ÁCIDO 2, 3-CLOROFENOXIPROPIONICO (FRUITONE®) NO RENDIMENTO DA PRODUÇÃO DE ABACAXI. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 236-242, 2017.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

FREITAS, A. A.; FRANCELIN, M. F.; HIRATA, G. F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F. L. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geleias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.1, p.172-177, 2008.

GARRIDO-NOVELL, C., PÉREZ-MARIN, D., AMIGO, J. M., FERNÁNDEZ-NOVALES, J., GUERRERO, J. E., e GARRIDO-VARO, A. Grading and color evolution of apples using RGB and hyperspectral imaging vision cameras. **Journal of Food Engineering**, v. 113, n. 2, p. 281-288, 2012.

GIACOMELLI, E.J.; PY, C. Abacaxi no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101 p.

GUIMARÃES SANCHES, A. et al. Efeito combinado da radiação gama e da temperatura de armazenamento na qualidade póscolheita do abacaxi "Pérola". **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, 2017.

GUIMARÃES, G. H. C. et al. Impact of cassava starch-alginate based coatings added with ascorbic acid and elicitor on quality and sensory attributes during pineapple storage. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v. 12, n. 9, p.664-673, 23 fev. 2017.

HAJAR, N., ZAINAL, S., NADZIRAH, K. Z., ROHA, A. M., ATIKAH, O., e ELIDA, T. Z. M. Physicochemical Properties Analysis of Three Indexes Pineapple (*Ananas Comosus*) Peel Extract Variety N36. **Apcbee Procedia**, [s.l.], v. 4, p.115-121, 2012.

HASSAN, A. AND OTHMAN, Z. Chapter 10: Pineapple. In: Yahia E, editor. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits Volume 4: Mangosteen to white sapote. **Woodhead Publishing Limited** pp. 194-197. 2011.

HONG, K.Q.; XIE, J. H.; ZHANG, L. B.; SUN, D. Q.; GONG, D. Q. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 172–178, 2012.

HONG, K. Q.; XU, H.; WANG, J.; ZHANG, L.; HU, H.; JIA, Z.; GU, H.; HE, Q.; GONG, D. Quality changes and internal browning developments of summer pineapple fruit during storage at different temperatures. **Scientia Horticulturae**, v. 151, p. 68–74, 2013.

HOSSAIN F, MD., AKHTAR S AND ANWAR M, Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**; 4(1): 84-88. 2015.

HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, S. M. M. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. **Food Research International**, v. 44, p. 672–676, 2011.

HOSSAIN, M. World pineapple production: an overview. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 16, 11443–11456. 2016.

HOTEGNI, V. N. F., LOMMEN, W. J., VAN DER VORST, J. G., AGBOSSOU, E. K., e STRUIK, P. C. 518. Bottlenecks and opportunities for quality improvement in fresh pineapple supply chains in Benin. **International Food and Agribusiness Management Review**, 17(3), 139-520 170. 2014.

HOUNHOUIGAN, M. H. et al. Effect of Processing on the Quality of Pineapple Juice. **Food Reviews International**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.112-133, 3 abr. 2014.

HU, M.H., DONG, Q.L., LIU, B.L., AND MALAKAR, P.K. (2014). The potential of double K-means clustering for banana image segmentation. **J. Food Process. Eng.** 37 (1), 10–18

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Banco de dados agregados. Rio de Janeiro: Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 de dezembro de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, 2005. v.1, 371p.

JOOMWONG, A. Impact of cropping season in Northern Thailand on the quality of Smooth Cayenne pineapple. II. Influence on physicochemical attributes. **International Journal of Agricultural Biology**, v. 8, p. 330-336, 2006.

Joy, P.P. Benefits and uses of pineapple. Pineapple Research Station, **Kerala Agricultural University**, Kerala, India. 2010.

KAO, C.H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, v.39, p.83-89, 2003

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; FILTER, C.F. **Anuário Brasileiro de Fruticultura**. Editora Gazeta: Santa Cruz do Sul, 2017.

KRUMREICH, Fernanda Doering et al. PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION AND BIOACTIVE COMPOUNDS IN *Bromelia antiacantha* BERTOL. FRUITS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 450-456, 2015.

LEE, S., CHOIB, H- K., CHOC, S. K. AND KIMA, Y- S. Metabolic analysis of guava (*Psidium guajava* L.) fruits at different ripening stages using different data-processing approaches. **Journal of Chromatography B** 878: 2983–2988. 2010.

LI, L., LICHTER, A., CHALUPOWICZ, D., GAMRASNI, D., GOLDBERG, T., NERYA, O., et al. Effects of the ethylene-action inhibitor 1-methylcyclopropene on postharvest quality of non-climacteric fruit crops. **Postharvest Biology and Technology**, 111, 322–329. 2016.

LI, X. et al. Postharvest application of wax controls pineapple fruit ripening and improves fruit quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 136, p. 99-110, 2018.

LIMA, A. B. Qualidade e conservação pós-colheita de abacaxis ‘Pérola’ e ‘MD2’ sob manejo orgânico e convencional na agricultura familiar. 2011. 211 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2011.

LIMA, R. P. Quality, translucency and antioxidant metabolism of inflorescences of 'Pérola' pineapple under nitrogen fertilization and potassium. Areia, Centro de Ciências Agrárias,

Universidade Federal da Paraíba, 2016, 67p. **Dissertation in Agronomia**. orientadora: Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

LIMA, R.P.; SILVA, S.M.; DANTAS, R.L.; DANTAS, A.L.; SOUSA, A.S.B.; PEREIRA, W.E.; MENDONÇA, R.M.N.; GUIMARÃES, G.H.C. Using digital image processing for evaluation of translucency in fresh-cut 'Pérola' pineapple coated with biofilms. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 311-318, 2016.

LIU, C., CAI, L., LU, X., HAN, X., YING, T. Effect of postharvest UV-C irradiation on phenolic compound content and antioxidant activity of tomato fruit during storage. *J. Integr. Agric.* 11 (1), 159–165. 2012.

Lobo, M.G., Paull, R.E. **Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition**. John Wiley e Sons. 2017.

LU, Xin-hua et al. Physico-Chemical Properties, Antioxidant Activity and Mineral Contents of Pineapple Genotypes Grown in China. **Molecules**, [s.l.], v. 19, n. 6, p.8518-8532, 23 jun. 2014.

LUENGWILAI, Kietsuda; BECKLES, Diane M.; SIRIPHANICH, Jingtair. Postharvest internal browning of pineapple fruit originates at the phloem. **Journal of Plant Physiology**, [s.l.], v. 202, p.121-133, set. 2016.

MARTINS, L. P. ; SILVA, S. M. ; MENDONÇA, R. M. N. ; SILVA, A. P. . Postharvest quality of 'smooth cayenne' pineapple treated with 1-methylcyclopropene and cold shock. **Acta Horticulturae**, p. 503-508, 2013.

MARTINS, L.P, SILVA, S.M, MENDONÇA, R.M.N E DA SILVA, AP. Qualidade post-harvest de frutos de "costa lisa cayenne" tratadas com 1-metilciclopropeno e choque frio. **Acta Hort.** 1012, 503-508. 2013.

MARTINS, L.P.; SILVA, S.M.; SILVA, A.P.; CUNHA, G.A.P.; MENDONÇA, R.M.N.; VILAR, L.C.; MASCENA, J.; AND LACERDA, J.T. Conservação pós-colheita de abacaxi Pérola produzido em sistemas convencional e integrado. **Rev. Bras. Frutic.** 34 (3), 695–7030. 2012.

MDIC, Anuário Estatístico. Rio de Janeiro: **Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior** – MDIC, abril 2016. Anual. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/exportacao> Acesso em: nov 2017.

MELETTI, L.M.M; SAMPAIO A.C., RUGGIERO C. Avanços na Fruticultura não Tropical Brasil. **Rev. Bras. Frutic.** 33 (1): 73-75, 2011

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959.

NADZIRAH, K.Z., ZAINAL, S., NORIHAM, A., NORMAH, I., SITI ROHA, A.M., NADYA, H. Physico-chemical properties of pineapple variety N36 harvested and stored at different maturity stages. **International Food Research Journal** 20 (1), 225–231. 2013.

NORONHA, A. D. S., LEMOS, W. D. P., FAZOLIN, M., SANCHES, N., e GARCIA, M. Abacaxi. In: SILVA, N.M.; ADAIME, R.; ZUCCHI, R.(Ed.) *Pragas Agrícolas e Florestas na Amazonia*. Brasília : **Embrapa Amapá**,pg. 22-44. 2016.

OGAWA, E. M. Et al. Chemical Profile of Pineapple cv. Vitória in Different Maturation Stages using Electrospray Ionization Mass Spectrometry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2017.

PACE, B., CEFOLA, M., RENNA, F., RENNA, M., SERIO, F., AND ATTOLICO, G. Multiple regression models and computer vision systems to predict antioxidant activity and total phenols in pigmented carrots. **J. Food Eng.** 117 (1), 74–81. 2013.

PATHARE, P.B., OPARA, U.L., AND AL-SAID, F.A.J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food Bioprocess Technol.** 6 (1), 36–60. 2013.

PEREZ, R. e BEAUDRY, R.M. Fractional surface coating modifies gas diffusion and ripening in bananas. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 123, 115–118. 1998.

Pratt, W. Digital Image Processing. Editora **John Wiley e Sons**, 2011.

Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura- Normas de Classificação do Abacaxi. Centro de Qualidade em HorticulturaCQH/CEAGESP. 2003.

PYC, LOCOEUILHE.J.J. AND TEISSON C.L.L., *Ananas sa culture, sesproduits*. Paris, G.M. **Masoneuve et Larose** (1984)

QUEIROZ, J. E. R. AND GOMES, H. M. Introdução ao Processamento Digital de Imagens. **SIBGRAPI**.115, p. 785–788, 2009.

QUEVEDO, R. A., AGUILERA, J. M., e PEDRESCHI, F. Color of salmon fillets by 569 computer vision and sensory panel. **Food and Bioprocess Technology**, 3(5), 637-643. 2010.

RAIMBAULT, A. K.; MARIE-ALPHONSINE, P. A.; HORRY, J. P.; FRANCOIS-HAUGRIN, M.; ROMUALD, K.; SOLER, A. Polyphenol oxidase and peroxidase expression in four pineapple varieties (*Ananas comosus* L.) after a chilling injury. **J. Agr. Food Chem.**, 59(1), 342- 348. 2010.

RAIMBAULT, A.K., MARIE ALPHONSINE, P.A., HORRY, J.P., FRANCOIS-HAUGRIN, M., ROMUALD, K., SOLER, A. Polyphenol oxidase and peroxidase expression in four pineapple varieties (*Ananas comosus* L.) after a chilling injury. **J. Agric. Food Chem.** 59 (1), 342–348. 2011.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. R.; CARVALHO, A. J. C. Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro Imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 692-699, 2010.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, J.R.S. Abacaxi. **Produção: a técnico. Embrapa**. 2000. 77p.

REINHARDT, Domingo Haroldo et al. Gradientes de qualidade em abacaxi 'Pérola' em função do tamanho e do estágio de maturação do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 26, n. 3, p.544-546, dez. 2004.

ROBINSON, D.S. Peroxidases and their significance in fruits and vegetables. In: FOX, P.F. (Ed). **London and New York: Editora**, p. 399-426, 1991.

RUSSO, P., DE CHIARA, M.L.V., VERNILE, A., AMODIO, M.L., ARENA, M.P., CAPOZZI, V., MASSA, S., AND SPANO, G. Fresh-cut pineapple as a new carrier of probiotic lactic acid bacteria. **Biomed. Res. Int.** 2014, 309183. 2014.

SAMPAIO, A.C.; FUMIS, T. F.; LEONEL, S. Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 816-822, 2011.

SANCHES, A. G., DA SILVA, M. B., MOREIRA, E. G. S., COSTA, J. M., e TRIPOLONI, F. M. Manifestação e controle do etileno em diferentes condições de armazenamento do abacaxi “Pérola”. *Acta Iguazu*, V.5, n.2, p. 61-72, 2016.

SANTOS, A.F. dos. Desenvolvimento e maturação de abacaxi e processamento mínimo de infrutescências colhidas sob boas práticas agrícolas e tratadas com 1-MCP. 2006. 224f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SARADHULDHAT, P.; PAULL, R. E. Pineapple organic acid metabolism accumulation during fruit development. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 297–303, 2007.

SERPA, M. Franciele Pereira et al. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 61, n. 6, p.975-982, dez. 2014.

SILVA, S.; TASSARA, H. Abacaxi. In: SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil.**, p. 25-26. 2001.

SIMPIÑA, a comprehensive model to optimize yield, mineral resources, and fruit quality of pineapple. Dorey Elodie, Fournier Patrick, Lechaudel Mathieu, Tixier Philippe. In: Book of abstracts ESA XIIIth Congress. Pepo Péter (ed.), Csajbok Jozsef (ed.). Debrecen: **European Society of Agronomy**, pp. 209-210, 2014.

SOARES, A. G., TRUGO, L. C., BOTREL, N., e DA SILVA SOUZA, L. F. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comusus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, n. 2, p. 201-207, 2005.

SOUTO, R. F. et al. Postharvest behavior of 'Pérola' pineapples to heat treatments cold storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 1028-1033, 2014.

SPIRONELLO, A. Abacaxi. In: DONADIO, L. C. (Org.). **História da Fruticultura Paulista.**, cap. 3, p. 61-82, 2010.

STEINGASS, Christof Björn et al. Ripening-dependent metabolic changes in the volatiles of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) fruit: II. Multivariate statistical profiling of pineapple

aroma compounds based on comprehensive two-dimensional gas chromatography-mass spectrometry. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, [s.l.], v. 407, n. 9, p.2609-2624, 5 fev. 2015.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, 42 p. 1967.

TASSEW, A.A. Evaluation of leaf bud cuttings from different sized crowns for rapid propagation of pineapple (*Ananas Comosus* L. [Merr.]). **J. Biol. Agric. Healthc.** 4, 1–7, 2014.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; SILVA, L. I. M. M.; ARAÚJO, B. M. Características físicas, físico-químicas, químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. Smooth Cayenne recém colhido. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 2, p. 273-281, 2010.

VÉLEZ-RIVERA, N., BLASCO, J., CHANONA-PÉREZ, J., CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, G., DE JESÚS PEREA-FLORES, M., ARZATE-VÁZQUEZ, I., CUBERO, S., AND FARRERA-REBOLLO, R. Computer vision system applied to classification of “Manila” mangoes during ripening process. **Food Bioprocess Technol.** 7 (4), 1183–1194, 2014.

VIANA, E. S.; REIS, R. C.; JESUS, J. L.; JUNGHANS, D. T.; SOUZA, F. V. D. Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusários. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1155 - 1161, 2013.

VINSON, E. L., WOODS, F. M., KEMBLE, J. M., PERKINS- VEAZIE, P., DAVIS, A. and KESSLER, J. R. Use of external indicators to predict maturity of mini-watermelon fruit. **HortScience** 45 (7): 1034-1037, 2010.

WU, D., e SUN, D. W. Colour measurements by computer vision for food quality control—A review. **Trends in Food Science e Technology**, v. 29, n. 1, p. 5-20, 2013.

ZHANG, B., HUANG, W., LI, J., ZHAO, C., FAN, S., WU, J., e LIU, C. Principles, developments and applications of computer vision for external quality inspection of fruits and vegetables: A review. **Food Research International**, v. 62, p. 326-343, 2014.

ZORZAL, Tatiane Aparecida. Influência da temperatura e período de armazenamento na composição química e físico-química de frutos de abacaxi da cv. Pérola. 2017. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.